

建 築 研 究 報 告

REPORT OF THE BUILDING RESEARCH INSTITUTE

No. 148

March 2014

費用便益分析から導く建物緑化の特性

The characteristic of Building Greening based on the cost-benefit analysis

加藤真司

Masashi KATO

独立行政法人 建 築 研 究 所

Published by

Building Research Institute

Incorporated Administrative Agency, Japan

はしがき

昨今、都市の中において、建築物の屋上や壁面を緑化するいわゆる「建物緑化」を設けた事例が散見されるようになってきた。これらの建物緑化事例は、都市のヒートアイランド現象の緩和や都市景観の向上、都市の生物多様性の確保、二酸化炭素の固定、雨水の貯留などの効果が期待され、今後の更なる設置の推進が望まれている。このように、建物緑化の機能は多様であるにもかかわらず、建物緑化の管理者やディベロッパーに対するアンケート調査結果からは、設置に係るメリットが実感できていない実情が伺える。つまり、コストに見合うだけのベネフィットが実感されていないということであり、このため、我が国の都市においてはまだ十分に建物緑化の設置余地があるにもかかわらず、思いのほかその推進は図られてはいない。こうした実情を踏まえて、本研究では、建物緑化の社会的便益の適正な評価手法の検討とその事前評価手法の確立を目指すとともに、その過程で建物緑化の特性を明らかにすることを目的としている。建物緑化の特性が明らかになれば、建物緑化推進のための基礎資料となりうるはずである。

本研究は、平成 19 年度から 21 年度にかけて実施した基盤研究「建物緑化のライフサイクルコストと経済価値評価に関する研究」の内容を中心に、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）」の成果を加えた上で、これらの成果から導かれる建物緑化の特性を明らかにしている。例えば、一般に建物緑化は都市のヒートアイランド現象緩和効果や建物の省エネルギー効果などといった物理的温熱環境改善効果が期待されているが、便益値として他の機能と比較してみると、必ずしもそのベネフィットは大きくはなく、むしろ都市のアメニティ向上や生物多様性等といった受益者の主観的価値観に根差した機能による便益の方が大きいこと、また、こうした便益は、受益者の知識や環境意識の裏付けがあって初めて顕在化するものであるため、適正な情報の提供が評価値に大きく影響することなどである。これらの特性からは、従来、建物緑化を始めとする都市緑化は面積という量の拡充が主に求められてきたが、むしろ質の向上も併せて図られる必要があり、また、建物緑化本体のみならず、情報の提供や適正な維持管理といったソフト面での体制の充実の重要性が導かれる。

本研究については、別途、著者の筑波大学大学院人間総合科学研究科の学位論文としてとりまとめがなされているが、建築研究報告としての出版を通じて、本研究の成果が幅広い関係者に活用され、今後の建物緑化の更なる整備推進に寄与することが期待される。

2014 年 3 月

建築研究所理事長

坂本雄三

研究概要

屋上緑化や壁面緑化などのいわゆる建物緑化は、ヒートアイランド現象緩和や都市のアメニティ向上を始めとした様々な効果が期待されているが、東京 23 区内では、屋上緑化の設置が可能な建築物に対して未だに約 2%の建物にしか屋上緑化は設置されておらず、必ずしもその普及が十分に進んでいるとは言い難い状況にある。建物緑化を推進している事業者へのアンケート調査からは、普及が進まない最大の原因に、建物緑化設置によるメリットが定量的に把握できないために設置の動機付けが生じにくいこと（課題全体の 32%を占める）があげられている。確かに、新たに建物緑化を設置するためには、その設置のメリットが定量的に事前評価できなければ、設置推進のモチベーションには結び付きにくい。このため、本研究では、建物緑化推進のために必要な事前評価のための建物緑化の便益の効果的な算定方法の検討を行うとともに、建物緑化の費用便益分析を通じてその特性を明らかにし、もって建物緑化制度改善の基礎資料とすることを目的とした。それは、建物緑化にかかる現行制度の課題として、緑化率という設置面積でしか評価されないが、建物緑化の機能には、都市景観の向上や生物多様性の確保といった緑の質も含まれること。また、建物緑化の質を維持するために適切な維持管理が不可欠であるにもかかわらず、こうした管理者の努力は評価されていないこと、及び、屋上緑化のうち約半数が公開されていないといった実情があるためである。

本研究は、最初に建物緑化の事前評価手法を導くことから始めた。事前評価を行うためには、建物緑化の性能に基づいた基本指標を定める必要があるが、建物緑化をはじめとした都市緑化は、一般に設置面積を基に評価されることが多いため、建物緑化の事前評価のための評価基本指標には緑化面積を使用することが望ましいという仮定のもとに研究を進めた。また、建物緑化は多様な機能を有するが、特に自然的環境としての存在価値を含むため、建物緑化の評価手法には表明選好法を採るのが適切であり、その代表的手法である CVM（仮想市場評価法）を採用することとした。ただし、CVM は評価対象物の効果に対する支払意思額（WTP）を被験者に尋ねるものなので、単に特定の事例を評価するだけでは WTP から導ける便益と建物緑化の面積との関係を導くことはできない。このため、面積の異なる複数の事例に対する CVM 調査を同時に実施することにより、建物緑化の面積と便益の関係性を導くことが可能となった。続いて、全国的に建物緑化の設置数の多い 5 都市（仙台市、東京 23 区、名古屋市、大阪市、福岡市）と気候帯の異なる那覇市において同じ CVM によるアンケート調査を実施し、屋上緑化と壁面緑化の関係を示す回帰式を導いた。これにより、全国の主要都市において、建物緑化の事前評価を行うことが可能となった。

ところで、CVM を用いた調査については、その調査方法の妥当性を検証するためスコープテストを実施する必要がある。スコープテストとは、基本指標の量に応じて WTP 値も増加しているか、もしくは、提示される内容に応じて WTP 値が変化しているかを調べるもので、もしもそうした関係性が見いだせなければ、そもそも CVM のアンケート調査自体に問題があったことになる。本 CVM 調査はスコープテスト上は問題はないと判断された。

スコープテストの他にも、建物緑化の周辺状況が CVM の評価値に影響することが考えられた。それは、周辺に多くの建物緑化が存在する場合と、単独で建物緑化が存在する場合とでは、同じ面積単位あたりでも限界効用逓減の法則により CVM の評価値が異なってくるのが想定されたためである。このため、徒歩圏域に 1 か所だけ建物緑化がある場合と、3 か所及び 5 か所ある場合の 3 ケースでの 1 か所あたりの WTP を比較した。その結果、どのケースもほとんど WTP には差がみられなかった。つまり、この程度の密度では限界効用逓減の法則が成り立たないことを意味している。ちなみに、徒歩圏域に 5 か所建物緑化が存在する密度は現時点の建物緑化の密度よりも高い。よって、当面は限界効用逓減の法則を配慮しなくても良いことが明らかになった。

また、本研究では建物緑化の便益はその面積に応じて評価が可能であると仮定したが、その仮定の検証を行った。建物緑化の便益を規定する要素として、面積以外にも建物緑化は個別の事例の意匠デザインの優劣性がその評価に大きく影響する可能性が考えられた。このため、屋上に芝生のみを設置するという意匠デザインの統一を図った事例に対する CVM 調査を実施し、その結果と様々な意匠デザイン事例による CVM 調査の結果の相対比較から、屋上緑化の効果を規定する要因のうちの面積の影響度を求めた。結果は、面積要因の影響度は 67.67 %、デザイン性の影響度は 11.78 %が求められた。このことから、建物緑化の便益の増進には設置個所や面積を増やすことと併せて、意匠デザイン性といった質の向上を図ることが必要だということが明らかになった。

これらの一連の CVM で得られた効果は、建物緑化の便益を総合的に評価したものであるため、ここから、物理的環境改善効果だけを除くことにより建物緑化の特性を導いた。室内の温熱環境改善やヒートアイランド現象緩和などの物理的環境改善効果については、既往研究から単位面積あたりの社会的便益を導き出すことが可能である。その結果、建物緑化に一般に期待されているヒートアイランド現象緩和効果や屋内の温熱環境改善効果などは、金額換算では相対的に低いことが明らかになった。その比較は一律にはできないが、東京 23 区で面積 1,000 m²の屋上緑化という条件設定のもとでの試算では、物理的改善効果の総和は当該建物緑化の総便益のわずか 9.0%程度にすぎないことが分かった。このことは、建物緑化の便益の大部分が、都市のアメニティ向上や生物多様性の確保などといった受益者の知識や環境意識に立脚した効果が大半を占めることを意味する。場合によると、受益者への適切な情報の提供が、受益者の評価値に大きく影響する可能性も想定された。

このことを検証するため、異なる情報を別の被験者グループに提示するという CVM 調査を実施することによってその影響を確認し、その結果、受益者への適切な情報の提供が建物緑化の便益を大きく向上させることが明らかになった。また、単により多くの情報を与えたほうが評価値が高くなるというものではなく、内容のテーマを絞った説明の方が被験者に伝わりやすいことも明らかになった。つまり、受益者は、必ずしも事業者が意図した情報提供の通りには情報をとらえないということを意味する。一方で、民間事例では建物緑化の宣伝効果を期待して設置する事例は多いので、どのような建物緑化の形態が宣伝効果に有効なのか、また、どのような説明施設

を設けることが効果的なのかを把握することは重要であるため、CVMにAHP（階層分析法）を組み合わせた手法によって検証した。AHPは、宣伝効果に適切な建物緑化の形態や説明施設などの効果的な附帯施設の評価を、相対的な重要度として示すことができる。その結果、直接的に建物緑化の効果を説明する効果表示施設よりも、シンボリックにメッセージを代弁する環境共生シンボル施設の方が効果が大きいことが分かった。

なお、全国の主な建物緑化の管理者に対してのアンケート調査では、民間所有の建物緑化管理者で自主的に建物緑化を設けている事例に限っては、建物緑化設置の主目的にあげられたものは、第一が宣伝効果としての企業等のイメージアップ（32%）で、第二が商業施設における誘客効果目的（25%）であった。すなわち、民間施設では、確実に収益を見込めるこうした機能に着目して建物緑化を設置していることが伺えた。よって、宣伝効果に続いて、建物緑化の誘客効果を把握するため、大規模な建物緑化を有する複合商業施設で知られる大阪のなんばパークスを対象として、利用客への面談形式のアンケート調査によって建物緑化がどれだけ売上に貢献しているかを調べた。建物緑化の影響度、すなわち建物緑化によって利用客が購買意欲を喚起させる率は一人当たり18.3%に上り、結果的に建物緑化によっておよそ194百万円もの年間あたりの収益が算定できた。

この検討は、建物緑化の個別の機能を抽出して算定する場合のケーススタディとして実施したものであるが、本アンケート調査においては、被験者の属性や動態と建物緑化の影響度との関係も併せて検証した。その結果、建物緑化の影響度は、居住地の自然度や個人的属性には殆ど関係はなかった。つまり、身近に緑が無いから指向するといった補償的もしくは補完的な性格のものではなく、むしろ、個人の価値観に根付いたものである可能性が高いということを意味する。

以上のような本論の検討から導かれた建物緑化の特性をまとめると、以下の5点に整理できる。

1. 建物緑化の便益は主として面積規模に応じて増加するが、意匠デザイン性といった緑の質も少なからず影響する。
2. 建物緑化の便益の大部分は都市のアメニティ向上や生物多様性の確保などの受益者の知識や環境意識に立脚した効果が大半を占める。
3. このため、受益者への適切な情報の提供が、受益者の評価に大きく影響する。
4. 受益者は、必ずしも事業者が意図した情報提供の通りには情報をとらえない。
5. 受益者の建物緑化の評価値は、その属性や周辺の居住環境とは殆ど関連性が無く、本質的な個人的価値観に基づいている可能性が高い。

これらの建物緑化の特性からは、建物緑化は、シビルミニマム的に最低限の量的充足を目指して整備すべき性格のインフラではないことを示している。その場合は、むしろ建物緑化に価値を見出す理解者の数を増やすといった政策こそが必要だという示唆を与えてくれる。そして、建物緑化の効果を発揮させるためには、まずは設置量を増やす必要があるが、同時に意匠デザイン性などの高い質の確保が望まれること。また、単に建物緑化を設置するだけでなく、併せて適切な

情報の提示やイベントをはじめとする各種の演出がよりその効果を高めること。さらに、屋上緑化の公開性の確保や適切かつ継続的な維持管理といった維持管理上のソフト面での取組が不可欠であることなどが導かれる。今後、本研究で得られた成果が、各種制度に反映されることを望むものである。

Abstract

So-called building greening, including roof greening and wall greening, is expected to have various effects like alleviating heat island phenomenon, improving urban amenity, etc.; however, in the 23 wards of Tokyo, only about 2% of the buildings on which roof greening can be installed has roof greening. A questionnaire survey for building greening companies indicated that the greatest cause for it not spreading lies in the fact that an advantage brought about by green building cannot be quantitatively understood, which hardly gives a company the motivation to install it. Actually, in installing building greening, if the advantage of the installation isn't quantitatively evaluated in advance, it will be difficult to determine the scale and the content of the installation. Therefore, this research was conducted with the aim of examining the method of estimating the social benefit, by which an in-advance evaluation of green building can be made. In addition, the aim of examining involved clearing the characteristic of building greening by conducting an in-advance evaluation of building greening, and getting the hints of improving legal system about building greenings. Because the facts indicate that there are problems of administrative system of building greening such as applying the index of green area solely though building greening have qualitic effects like improving the cityscape and maintaining the biodiversity of city area. Additionally the effort of maintenance of building greening is not evaluated in spite of indispensable to proper maintenance of it, and approximately the half of roof greening are not open to public.

At the first, I started to research of examining the method of in-advance evaluation of green building. It needs to select the basic index of building greening for in-advance evaluation. Urban planting including building greening is generally evaluated on an installation area basis. For that reason, area was used as the basic index for evaluating building greening. Additionally, since building greening has various functions, including an existence value as a naturalistic environment in particular, a stated preference approach is suitable for evaluating building greening, therefore the CVM (Contingent valuation Method), one of the major methods of this approach was employed. However, in the CVM, participants will be asked of their WTP (Willing to Pay) for the effect of an object being estimated, therefore just evaluating one specific case cannot explain the relation between the benefit described by the WTP and the area. For this reason, by conducting a CVM survey covering a number of cases with different areas, the relation between area and benefit could to be derived.

And then five major cities "such as Sendai-city, The 23 wards of Tokyo, Nagoya-city, Osaka-city and Fukuoka-city" where building greening is installed in more places than other

cities in Japan and Naha-city which are located in different climate zone were selected to conduct a CVM questionnaire survey, by which the regression formula that describes the relation between roof greening and wall greening was derived. Hereby, it was made possible to conduct an in-advance evaluation of building greening at a residential area in any major city of Japan.

Now, when a survey is conducted using a CVM, a scope test needs to be conducted to verify the validity of the survey method. A scope test is conducted in order to make sure that the WTP increases in proportion to the scale of the basic index and to investigate whether it is possible to confirm that the WTP changes depending on the contents presented, and if such a relation is not found, it means that the questionnaire survey using a CVM itself had some problems. As a result of a scope test, this CVM survey proved to be valid.

Additionally, there was some probability that having building greening that could become a subject of evaluation in a neighboring area had an influence on the CVM evaluation value currently examined. That is because it was expected that having building greening in a lot of places around the facility currently being evaluated and having building greening only in one place in a specific area would make a difference in the CVM evaluation value even when the same area unit was measured, due to the law of diminishing marginal utility. Therefore, the WTP results obtained where building greening was found in one place, where it was found in three places and where it was found in five places within a walking distance were compared. The result was that there was almost no difference in the WTP in any of the three cases. Simply put, the law of diminishing marginal utility doesn't apply when the density of green building is that low.

By the way, this research was conducted on the assumption that building greening can be evaluated according to its area, but there was some possibility that not only the area but also another factor like the superiority or inferiority of the design of building greening cases could have a great influence on its evaluation. On that account, after installing only grass on a roof and coordinating its design, a CVM survey was conducted, and then the results were compared with the results of another CVM survey on several design cases, in order to identify the degree of influence that the area factor has on evaluation among several factors that regulate the effect of roof greening. The results showed that the area factor had as much as a 67.67 % influence and the design factor had a 11.78 %. This revealed that it is important to spread the green area of building greening, and also secure the quality of design of building greening for promoting the benefit of building greening.

The effects obtained in these series of CVM surveys, including the improvement of the amenity of urban cities, are the kind of benefits that participants can understand subjectively, and in addition to that, building greening has other improvement effects on the

physical environment, such as improving the indoor thermal environment and alleviating the heat island phenomenon. In regard to the improvement effect on the physical environment, its social benefit per unit area can be derived from previous studies. On investigation, it was revealed that the heat island effect and the improvement effect of the indoor thermal environment, which building greening is expected to have, are evaluated relatively low in terms of monetary amounts. According to a trial calculation made under a condition where the roof greening is 1,000 m² in the 23 wards of Tokyo, the total improvement effect on the physical environment is no more than 9.0 % of the total benefit of the said building greening. This result revealed that almost of benefit of building greening is occupied by the improvement of the amenity of urban cities and urban biodiversity which are based on the knowledge and environmental attention of beneficiaries. Occasionally, giving the proper information to beneficiaries might influence the evaluation of building greening by beneficiaries.

For verifying this assumption, I considered the new method of CVM which showed different information to the different participants groups of questionnaire. And then, it was proved that showing proper information about building greening promote the evaluation of it by participants. And also, the method of information which was explained simply along to only one theme was more effectively than the method which was showed large amount of information. This reveals that the comprehension of beneficiaries is not consistent with an intention to show the information by owner of building greening.

By the way, there are many private building greenings which are aimed of the publicity effect. So that it needed to research what type of building greening had more effective, and how to explain was more effectively on the publicity effect. For this reason, a research was made by means of the combination of the CVM and the AHP (Analytic Hierarchy Process) to verify what form of green building is effective in terms of the advertising effect. Additionally, the AHP indicated what form of building greening would be effective in improving its image and the relative importance that its form would have. As the result, the explanatory instruments which are expressed the message by symbolic form, are more effectively than the lettering information by display.

Now, the results of the questionnaire survey conducted for major building greening administrators in Japan showed that the building greening administrators of public facilities installed the building greening with the intentions of , first of all, improving their company's image by advertising the effect and, secondly, of enhancing the attractiveness of their commercial facilities. Namely, it was observed in private facilities that these sufficiently profitable features were examined before the green building was installed.

In order to understand the attracting effect of building greening, a face-to-face

questionnaire survey was conducted for customers in Nanba Parks, a commercial complex with a large scale of building greening in Osaka, by which to what amount building greening would contribute to an increase in sales was investigated. The ratio influenced of building greening which was the ratio at which greening stimulates a customer's buying intention reached 18.3 % per person, and as a result, the annual profit brought by the greening worked out to be at 194 million yen.

This research was conducted as the casestudy of which investigate to evaluate the monoral effect of building greening, and also research the relationship between the attribute and the movement with the ratio influenced of building greening . As a result, there was no relationship with them. After all, it is considered that the intention to building greening by people is based on the individual values. From this point, building greening should not be developed to aim to the minimum sufficiency, it must be developed as the infrastructure which promote the attraction of cities.

Above all, results from these researches are arranged as 5 points under below.

1. The benefit of building greening increase according to green area of building greening, and also according to the quality of design of building greening.
2. Almost of benefit of building greening is occupied by the effects, such as the improvement of the amenity of urban cities and urban biodiversity which are based on the knowledge and envioronmental attention of beneficiaries.
3. Showing proper information about building greening promote the evaluation of it by praticipants.
4. The comprehension of building greening by beneficiaries is not consisitent with an intention to the information by owner of building greening.
5. The evaluation of beneficiaries is not concerned with an attribute, a movement and the living circumstance.

From these characteristics of building greenings, it is led to spread the green area of building greening for increasing the benefit of bulding greening, simultaneosly to secure the quality of design of building greening. And also the proper grappings such as sending out information of building greening and exhibiting events are needed. In addition, it is needed of proper maintenance and an obligation of opening the roof greening to public.

It is expected that an increasing number of building greening facilities will be developed by means of improving the administrative systems in the future.

第一章　はじめに

1.1 研究背景

建物緑化は、高度に都市化された環境下で生まれた都市インフラである。都市の居住環境を維持するために不可欠な緑地の絶対量が不足してくると、人工地盤においても緑地の整備が図られるようになり、さらに建築物の屋上や壁面までも緑化されるようになってきた。特に、都市の緑地の減少と並行するように社会問題化してきたヒートアイランド現象緩和のための一つの処方箋として建物緑化が注目されるようになってきている。また、他にも建物緑化に対して期待されている機能は多く、それらをまとめると、おおむね、①都市景観の改善、②身近な緑とのふれ合いによる都市住民のストレスの緩和、③生物多様性の向上、④ヒートアイランド現象の緩和、⑤CO₂の吸収、⑥商業施設における誘客効果、⑦建物の管理組織（会社）や建物自体のイメージアップ、⑧雨水の一時貯留などが指摘されている。このように多面的な機能を有する建物緑化は、図1-1、1-2のように、毎年全国の主要都市でその整備が進められている¹⁾。これらの図からは、着実に建物緑化の整備量が増えているようにも見えるが、しかしながら、毎年の整備量を見ると、図1-3、1-4のように平成20年度以降は単年度の整備量が減少傾向にあることが伺える。

一方、泉の算定²⁾によると、東京23区内で屋上緑化が設置可能な建築物の屋上面積が4,216haであるのに対して、国土交通省の調査¹⁾では、東京都内における屋上緑化の整備済面積は102.3haにすぎない。しかも、この国土交通省の調査では東京都内全域の整備量が示されているので、東京23区内の整備済面積はさらに少なくなり、整備率はわずか2%にも満たないと考えられる。

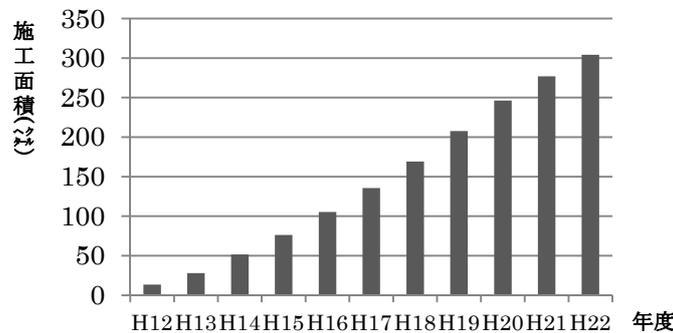


図1-1 全国の屋上緑化の整備面積（累計）の推移

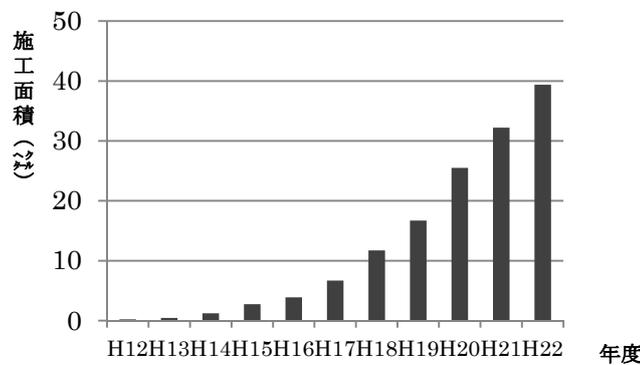


図1-2 全国の壁面緑化の整備面積（累計）の推移

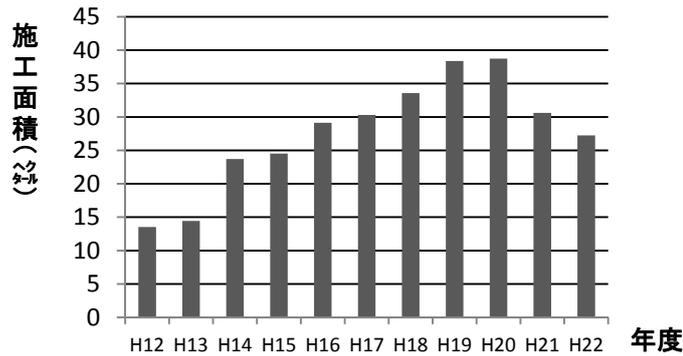


図 1-3 全国の年度毎の屋上緑化施工面積（単年度）

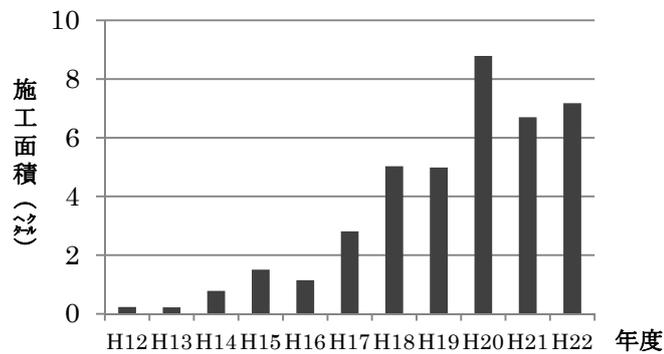


図 1-4 全国の年度毎の壁面緑化施工面積（単年度）

つまり、東京にはまだ屋上緑化の整備の余地は十分にあると考えられるため、建物緑化の整備が伸び悩んでいる理由に、建物緑化の設置余地が無くなっているという理由は考えられない。

また、屋上緑化を扱う事業者に対して実施したアンケート調査³⁾では、図 1-5 のように「環境改善効果の定量化」が屋上緑化推進上の最重要課題として挙げられている。ここで言う定量化とは、建物緑化の整備や維持管理に要するコストに対して、その設置による便益（ベネフィット）が定量的に示されることの必要性を述べている。ヒートアイランド現象緩和や都市のアメニティ向上に資する建物緑化の設置には誰もが賛同するところではあるが、実際にその設置に関するコ

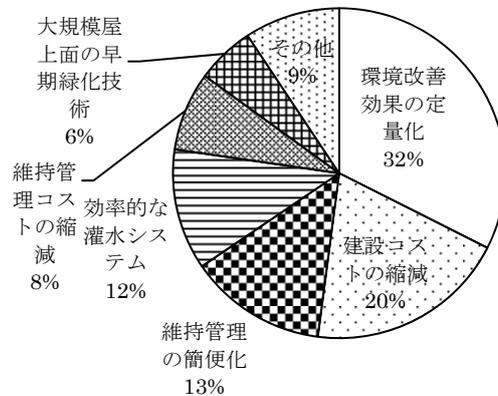


図 1-5 関係事業者から見た建物緑化推進上の課題

コストを負担するのは基本的には建物管理者になる。都市の建築物の大半が民間所有のものであることを考慮すれば、コストに見合う建物緑化の便益の建物管理者に対する提示は、建物緑化設置に対する大きなインセンティブを付与することになるだろう。また、当然ながら、その便益評価は設置後に示されるようでは意味がなく、建物緑化の計画時にこそ必要である。

一方、現行制度では、都市緑地法による緑化地域制度や開発許可制度のように、建物緑化は基本的には緑化率という設置面積で評価されている。しかし、建物緑化の機能には、都市景観の向上や生物多様性の確保といった緑の質も含まれるため、建物緑化の整備推進のためには、こうした質の評価が必要と考えられるが、そうした質を評価する制度事例は殆ど見当たらない。また、鈴木ら⁴⁾の研究によると、屋上緑化のうち一般に公開しているのは全体の47%にすぎないという実情がある。条例による屋上緑化の義務化の動機が、都市のヒートアイランド現象の緩和に由来しているため公開義務の必要性を感じなかったという事情が伺えるが、しかし、建物緑化が都市景観の向上や都市のアメニティの向上などの社会的な公益を有し、かつ建物緑化に対して公的に助成が行われることがある現状からすれば、基本的には公開されるべきものと考えられる。以上のように、今後の建物緑化の推進のためには、建物緑化制度の検討の余地が見受けられる。

1.2 研究目的

前項の建物緑化推進上の諸課題を踏まえて、本研究は、建物緑化の整備推進に資するための基礎資料を得るため、建物緑化の費用便益分析を通じて建物緑化の特性を明らかにすることを目的とした。

1.3 本研究が対象とする建物緑化の種類

国土交通省の実態調査¹⁾によると、図1-6のように、屋上緑化が設置される建築物の用途は、工場・倉庫や教育文化施設をはじめ実に多様な用途の建築物に設けられている。ここに掲げられている用途のうち、比較的小規模な建築物用途は住宅系であるが、同報告書¹⁾には、調査対象の屋上緑化の1か所あたりの平均面積は225m²となっている。この規模は一般の個人住宅の規

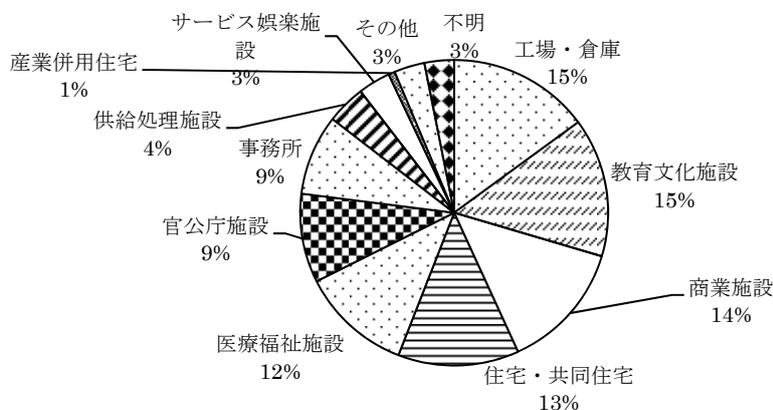


図1-6 平成21年 建築物用途別屋上緑化施工面積

模には馴染まないものであり、住宅系建築物であるならば集合住宅に相当する規模である。また、東京都では敷地面積 1,000 m² 以上の建築物の屋上の緑化義務を、「東京における自然の保護と回復に関する条例」で定めているが、この規模も個人住宅の規模には馴染まない。さらに、図 1-6 の建物緑化の設置目的に掲げられているものは、公共的な機能が多く挙げられており、やはり個人のみがその便益を享受する個人住宅の建物緑化の設置目的とは性格を異にする。このため本研究の対象とする建物緑化は、大規模建築物の屋上・壁面に設置するもので、公共性を有する可能性のあるものを対象とすることとした。

1.4 建物緑化に関する既往研究

建物緑化の各種動向に関する既往研究としては、鈴木ら⁴⁾や金ら⁵⁾によるアンケート調査によるものの他、多くの既往研究⁶⁻⁹⁾があり、これらの研究成果から我が国の建物緑化の置かれた状況をおおむね知ることができる。

また、建物緑化の効果を把握する目的で実施された研究のうち、建物の断熱機能の向上や都市のヒートアイランド現象緩和効果などといった温熱環境改善効果に関する既往研究は多くあり、最近のものとしては、清田¹⁰⁾は複数の異なる植物試験体を用いて、建物躯体への温熱環境の影響を測定している。また、石川や青木らはその一連の研究^{11,12)}において、建築物内部の熱環境の屋上緑化による影響を解析するための基礎データを模擬試験体を用いた実験にて求めている。さらに、建物緑化の特殊事例を扱ったものとしては、山田ら¹³⁾は立体駐車場に設けられた屋上緑化による屋内温熱環境の測定を行い、坂本ら¹⁴⁾はプランターを用いた建物緑化の気温低減効果を測定している。高山¹⁵⁾にいたっては、緑のカーテンによる屋内温熱環境改善効果について、理論モデルと測定値の比較を行っている。

ただし、都市のアメニティ向上といった機能をも含んだ総合的な機能評価に関しては、建物緑化に特化して実施された既往研究は少なく、強いてあげれば平山ら¹⁶⁾によるものや、澤田ら¹⁷⁾によるもの、また、武藤ら¹⁸⁾によるものなどがあげられる。しかし、平山らの研究は、既存の集合住宅の屋上緑化の効果を CVM を用いて把握したものであり、つまり当該物件の事業効果を事後評価したものであるため、この結果を他の事例の事前評価に応用することを想定してはいない。また、澤田ら¹⁷⁾の研究は、壁面緑化の周辺との調和感や圧迫感の緩和効果に着目したものであるが、考慮されている物的特性が、緑化された建物と周辺の建物との高さ関係、及び壁面における緑化の平面的パターンに限定されている。武藤らの研究は壁面緑化の写真を用いた評価グリッド法により、好ましいデザインとその評価要素の関係を導いたものであるが、これら評価要素と壁面緑化が有する効用との関係については明らかにしていない。

一方、建物緑化に限らず、広く都市緑化にまで対象を広げると、様々な手法を用いてそれらが有する多面的な機能の評価した既往研究が存在する。なお、一般に環境財の評価方法は、市場データから便益を求める顕示選好法と、被験者の価値表示に基づく表明選好法に分けられるが、顕示選好法によるものとしては、愛甲らによるヘドニック法を用いたもの¹⁹⁾や、庄司によるトラベルコスト法を用いたもの²⁰⁾などがある。また、表明選好法によるものとしては、武田らによ

るコンジョイント分析手法を用いたもの²¹⁾や太田らによるCVMを用いたもの²²⁾などがある。ただし、これらのどれもが、やはり特定の限定された都市緑化事例を対象として評価を行った研究か、もしくは特定の対象が有する固有の特性の相対評価を行ったものばかりで、これらの結果は、新たに造り出す緑地に適用して事前評価を行うことに応用することができない。

また、都市緑化以外の社会インフラに関するCVMの既往研究も多くあるが、特に、河川や海岸事業等に係る論文が多く見られ、例えば、有賀ら²³⁾による河川の開渠化の評価や、柴ら²⁴⁾による自然再生事業の評価に係るもの、また、加野ら²⁵⁾による人工なぎさの評価を行ったものなどがある。河川をはじめとした社会インフラは、もともと自然公物に護岸などの人工物を加えたものなので、自然の有する存在価値を適正に評価する必要があり、その評価に適した方法であるCVMが用いられる傾向にある。

また、歴史的な町並みや歴史的建造物の評価にもCVMが用いられることが多く、例えば、江頭ら²⁶⁾による古都鎌倉の町並み評価を行ったものや、武藤ら²⁷⁾による松山地方気象台庁舎を評価したものなどがある。ただし、これらの既往研究は全て特定の既存物件の評価を行っているものであり、将来において整備予定のインフラの評価研究でも、やはり、特定の事例の事前評価を行ったものばかりである。

河川事業等を対象としたCVM既往研究や、歴史的町並み等の評価を行ったCVM既往研究をはじめとして、緑地以外のインフラを対象としたCVMの既往研究を見渡しても、評価対象インフラに普遍的に共通するある一つの評価指標(プロファイル)に基づいて、対象インフラの事前評価手法の確立を試みているものは見当たらない。こうした研究状況の中で、本研究は、建物緑化を対象として、その事前評価に資することが可能な評価方法について考察を行い、その結果から建物緑化の特性を導いたものである。

1.5 本研究の構成

本研究の章立ては、図1-7のように構成した。

第一章において、本研究背景及び研究目的を明らかにし、第二章にて、本研究の眼目である建物緑化の事前評価手法の選定及び検討と、この検討によって採用したCVMによる建物緑化の事前評価手法を導いた。ただし、CVMは汎用性が高い一方で、バイアスが入りやすいという欠点を有するため、第三章と第四章において、設定したCVMの妥当性のチェックを行った。特に、第三章ではスコープテストや限界効用逓減性の観点からのチェックを行い、また、第四章では、研究で用いた写真の個別の意匠デザイン性が全体の評価に与える影響について検証を行った。

第五章においては、ヒートアイランド現象緩和効果や建物屋内の温熱環境改善効果などの物理的改善効果を算定して、求めたCVMの便評価値から物理的環境改善効果を差し引いて建物緑化の便益の内訳を明らかにすることにより建物緑化の特性を導いた。この特性から導かれる建物緑化の便益は受益者の知識や環境意識に影響されるという仮定のもとに、第六章において、建物緑化の便益を増進させる情報提供のあり方についてCVMを用いて検討を行った。

さらに、第七章では建物緑化が有する個別の機能の便益を把握するケーススタディとして、大

規模商業施設に設けられた建物緑化の誘客機能についての評価を行い、そこから建物緑化の特性を導いた。以上の一連の研究の成果を第八章において結論としてまとめたものである。

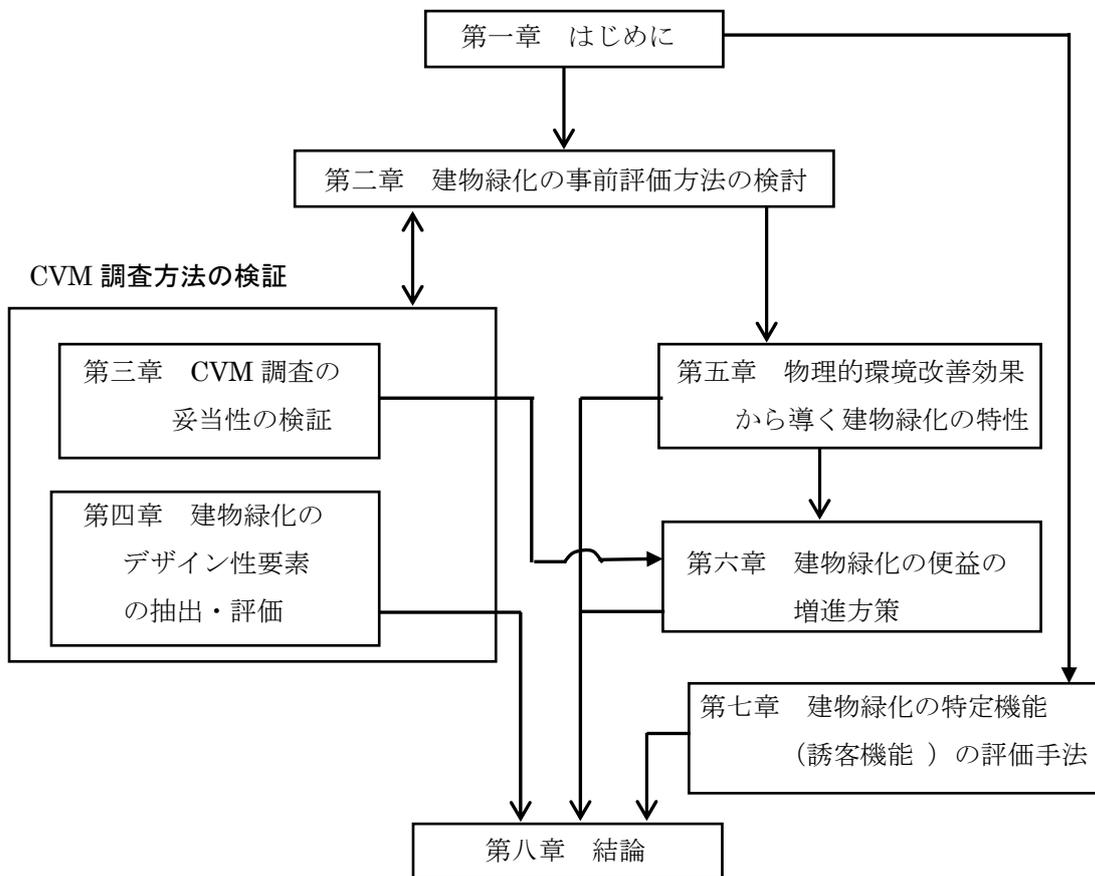


図 1-7 論文の構成

第一章の引用・参考文献

- 1) 平成 22 年度屋上緑化・壁面緑化の施工実績調査及び普及推進方策検討調査 (2011) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課, pp. 14-18, 27
- 2) 泉岳樹・岡真一・松山洋(2003) 東京における屋根面積の屋上緑化可能面積の推計: 日本気象学会大会講演予講集 83, p.324
- 3) 特殊緑化技術に関する民間動向等の資料作成業務報告書 (2003) (独) 建築研究所, p.31
- 4) 鈴木弘孝・加藤真司・藤田茂・金甫炫 (2008) 屋上緑化施設の公開に関する実態調査: 日本緑化工学会誌, Vol.35 No.1, pp.228-231
- 5) 金甫炫・鈴木弘孝・藤田茂・加藤真司・田代順孝 (2011) 屋上緑化施設の公開利用と植栽形態に関する実態調査: 造園技術報告集 2011, pp.70-73
- 6) 鈴木弘孝・金甫炫・藤田茂・加藤真司 (2011) 屋上緑化施設の公開, 植栽形態ならびに費用に関する公共と民間の比較: ランドスケープ研究, Vol.74 No.5 pp.451-456
- 7) 鈴木弘孝・小島隆矢・嶋田俊平・野島義照・田代順孝 (2005) 壁面緑化に関する技術開発の動向と課題年: 日本緑化工学会誌第 31 巻第 2 号, pp.247-259
- 8) 鹿土由里子・岸本達也 (2006) 東京都区部における屋上緑化の現状に関する研究: 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東) D-1 環境工学 I, pp.661-662
- 9) 小高典子・梅干野晃・田中稲子 (2001) 都市の屋上緑化に対する一般利用者及び行政担当者の認識に関する調査研究: 日本建築学会大会学術梗概集 (関東) D-1 環境工学 I, pp.723-724
- 10) 清田誠良 (2010) 建築物の屋上緑化が建物に与える影響に関する研究; その 1 屋上緑化の概要と夏期の測定結果: 日本建築学会中国支部研究報告集第 33 巻, pp.1-4
- 11) 石川伸介・青木貴均 (2010) 屋上緑化施工による室内温熱環境への影響について; その 1 緑化による断熱効果の比較検討: 日本建築学会学術講演梗概集, D-1 環境工学 I, pp.877-878
- 12) 青木貴均・石川伸介・富谷潤一 (2010) 屋上緑化施工による室内温熱環境への影響について; その 2 温度実測値と CFD 解析結果の比較検討: 日本建築学会学術講演梗概集 D-1 環境工学 I, pp.879-880
- 13) 山田宏之・手代木純・半田真理子 (2010) 屋上緑化された立体駐車場の屋内温熱環境の解析: ランドスケープ研究 Vol.73 No.5, pp.697-700
- 14) 坂本謙太・増田拓朗・大塚恭平 (2012) プランター型屋上緑化工法に関する研究: 日本緑化工学会誌第 38 巻 第 1 号, pp.141-144
- 15) 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) 蔓植物を使った夏季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 Vol.76 N0.661, pp.247-254
- 16) 平山豪・中井檢裕・中西正彦 (2003) CVM による東京都における屋上緑化推進施策の評価: 都市計画論文集 38(3), pp.595-600
- 17) 澤田正樹・仙田満・川上正倫 (2000) 建築における壁面緑化の視覚的效果に関する研究: 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1 都市計画, 建築経済・住宅問題, pp.857-858

- 18) 武藤浩・興水肇・原田鎮郎・佐久間護（2002）建築物の壁面緑化に関する研究：日本建築学会大会学術梗概集（関東）F-1 都市計画，建築経済・住宅問題，pp.683-684
- 19) 愛甲哲也・崎山愛子・庄子康（2008）ヘドニック法による住宅地の価格形成における公園緑地の効果に関する研究：ランドスケープ研究 71(5), pp.727-730
- 20) 庄子康（2001）トラベルコスト法と仮想評価法による野外レクリエーション価値の評価とその比較：ランドスケープ研究 64(5), pp.685-690
- 21) 武田ゆうこ・藤原宣夫・米澤直樹（2004）コンジョイント分析による都市公園の経済的評価に関する研究：ランドスケープ研究 Vol.67, No.5, pp.709-712
- 22) 太田晃子・蓑茂寿太郎（2001）CVM による近隣公園の経済的価値評価の研究：ランドスケープ研究 64(5),679-684
- 23) 有賀喜英・桜井慎一（2010）CVM による河川の開渠化と二層化の経済的価値評価：日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）A-2 防火,海洋,情報システム技術 2010, pp.439-440
- 24) 柴 有香・桜井慎一（2005）松浦川「アザメの瀬自然再生事業」に対する住民意識の CVM 評価：日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）A-2 防火,海洋,情報システム技術, pp.427-428
- 25) 加野太一・桜井慎一・向井久尚（2002）生物多様性を目的とした人工なぎさ造成政策の評価に関する研究：日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）構造系 A-2, pp.399-400
- 26) 江頭瑠威・三宅理一（2006）古都鎌倉における歴史遺産と自然環境の仮想市場法による評価：日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）F-1 都市計画，建築経済・住宅問題，pp.909-910
- 27) 武藤正樹・有川 智・阪田知彦・木内 望（2008）松山地方気象台庁舎を題材とした保存・活用の要素を勘案した価値評価の試行：日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）F-1 都市計画，建築経済・住宅問題，pp.1297-1298

第二章

建物緑化の事前評価方法の検討

2.1 建物緑化の評価方法の検討

建物緑化が思いのほか普及していない現状を踏まえて、建物緑化を推進するためには建物緑化の環境改善効果の事前評価が有効との問題意識から、本章では建物緑化の環境改善効果の定量化を求める手法についての検討を行う。

最初に、建物緑化の評価項目を設定する必要がある。建物緑化の効果には、一般に以下のものが指摘されている。

直接的利用価値	都市農地活用
間接的利用価値	都市景観の改善
	身近な緑とのふれ合いによる都市住民のストレスの緩和
	ヒートアイランド現象の緩和
	屋内温熱環境改善効果（省エネルギー）
	CO ₂ の削減
	商業施設における誘客効果
	雨水の一時貯留
	園芸療法
	コミュニティ醸成効果
	建物や管理組織のイメージアップ
存在価値	生物多様性の向上

これらの諸効果のうち、物理的環境改善機能については、それぞれの効果が測定可能なものが多く、こうしたものはその積み上げによって便益が算定できる。しかしながら、自然環境の存在価値などのように、一般的な測定という行為で計ることのできない対象については別の方法が必要となる。ここで、各種の費用便益手法を概観してみる。

2.1.1 費用便益分析手法の概要

近年、我が国では公共事業に対して環境保全の機能が求められ、同時に、公共事業の正当性の評価とその情報公開の必要性の認識の高まりから、公共事業の効果を科学的に分析・評価することが必要となっている。また、公共事業に限らず、広く環境質の改善や自然環境保全に対する社会的要請が強くなり、その結果、水環境・大気環境・土壌環境・生態系の保全・自然とのふれあい・景観などの非市場財の価値を適切に費用便益分析に取り込むことが重要であると認識されつつある。

多くの公共事業は市場価値を持つ市場財のため、その費用便益分析においては、一般に消費者余剰の概念が用いられる。ある財の消費者余剰は、「消費者が、その財をなしで済ませるくらい

なら支払っても良いと考える最大許容額の合計から、実際にその財の購入のために支払った金額の合計を差し引いたもの」と定義されている。しかし、評価対象が大気や水・雰囲気などといった環境資源である場合には、社会に便益をもたらすにもかかわらず無料で提供される市場価値を持たない非市場財であるため、事業による便益が認識されず基本的には消費者余剰の概念が適用できない。このため、各種の環境財の評価に困難が生じている。こうした中で、便益計測手法が進歩し、非市場財の便益の評価が可能となってきた。

2.1.2 環境価値の分類

費用便益手法の評価対象となる環境価値について、一般的な分類法によると、まず環境価値は大きく利用価値と非利用価値に分けられる。利用価値は、その環境が提供されている場所を利用することによって発生する価値を意味し、非利用価値は、その場所を利用しなくとも発生する価値を意味する。さらにそれらを細分化して整理すると次のようになる。

〔利用価値〕

- ① 直接的利用価値：その場所にある資源を直接消費することによって得られる価値。そこが森であれば、材木や林産物として得られる便益が該当する。
- ② 間接的利用価値：その場所の資源を消費しないが、その場を直接利用して得られる価値を指す。レクリエーション利用はこれに該当する。
- ③ オプション価値：現在は利用しないが、将来的に自分がその場所を利用する可能性が保証されることによって得られる価値。すぐには行く可能性のない熱帯林などの保全はこれに該当する。
- ④ 代位価値：自分は利用しないが、自分以外の他の誰かが利用することの可能性が保証されることによって得られる価値。
- ⑤ 遺産価値：自分は利用しないが、後世の人々の利用の可能性が保証されることによって得られる価値。これは単に後の世代の人々が利用することのみならず、後世になってその利用価値が見出されることも含む。例えば、熱帯林の生物多様性が新たな医薬品等に利用されることなどである。

〔非利用価値〕

- ⑥ 存在価値：直接的にもまた間接的にも利用することはないが、良好な環境財が存在するという事実（情報）から得られる価値。例えば、原生自然が残されることは人類にとって意義のあることだと認識することなどが該当する。

ここでは、代位価値と遺産価値は、広く他人が利用できるという観点から利用価値に分類しているが、自分が利用しないという観点から非利用価値に含めることもある。また、現時点で利用できるものを利用価値とする観点に立って、オプション価値・代位価値・遺産価値を非利用価値に分類するという考え方もある。

2.1.3 環境経済評価手法の分類

環境経済評価手法を分類すると、大きく表明選好法と顕示選好法に分けられる。表明選好法は、アンケートによって個人の選好を直接尋ねる方法で、この方法は任意の属性を評価できるという長所を有するが、聞き方によって結果が異なってしまうなどのバイアスが入り込む余地があり、評価結果に対する信頼性が低いという欠点を持つ。一方、顕示選好法は、個人の行動結果からその選好を分析する方法のため、客観的データが根拠になっているために表明選好法に比べて信頼性が高いという長所を持つが、顕示されない対象を評価することができないという欠点がある。

また、評価内容の観点から分類すると、個別計測法と総合計測法に分けられる。個別計測法は、各評価項目への直接効果を個別に貨幣価値に換算して合計する方法である。この方法は具体性があるものの、二重計上や計測漏れの恐れがある。総合計測法は、各項目への直接効果のみならず、間接効果をも総合的に計測する方法である。二重計上や計測漏れはないものの、影響項目を具体的に示すことは困難である。

環境財の具体的な経済的評価方法には種々あるが、それらのうちの主なものを上記分類に沿って整理すると表 2-1 のようになる。

表 2-1 環境価値評価の分析手法

種類	個別計測法	総合計測法	特徴
顕示選好法	トラベルコスト法 (事後評価)	ヘドニック価格法 代替法	<ul style="list-style-type: none"> 客観的データに基づくため結果の信頼性は高い。 市場データに反映されない対象の場合には評価できない。
表明選好法	コンジョイント分析 トラベルコスト法 (事前評価)	CVM (仮想市場評価法)	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象が極めて広い。 質問内容による影響 (バイアス) が生じやすく信頼性が低い。
特徴	・具体性があるが二重計上の恐れあり。	・影響項目を具体的に示せないが、二重計上の恐れなし。	

このうち、トラベルコスト法については、一般に顕示選好法に分類されるが、事前評価を行う場合は、仮想状況に対する表明情報をもとに評価を行うので表明選好法に分類される。

2.1.4 主な経済評価方法の概要

先に掲げた評価方法のうちの主なものの概要は次のとおりである。

(ヘドニック価格法)

一般に環境の改善によって地価が上昇するが、この地価上昇分は環境の改善という便益がストック化されたものであるというキャピタリゼーション仮説に基づいた手法がヘドニック価格法である。つまり、評価対象の環境財が、地代や賃金に与える影響を計測することで環境の価値を評価する方法である。

ヘドニック価格法は、地代や賃金などの市場データと環境特性の情報だけを収集するだけで環

環境価値を評価できるが、評価対象が地代等に反映される特定の地域の人々に限定される。また、住宅市場や労働市場が完全競争市場であることが前提となる。

(代替法)

代替法とは、環境財に相当する私的財で置き換えた場合の費用をもとに環境価値を推定する方法である。例えば、森林の水源涵養機能がどれだけのダムに相当するかを求めることが該当する。ただし、この例のように、評価する環境財に相当する私的財が存在しなければ適用できず、実施できる事例は少ない。

(トラベルコスト法)

評価対象が環境財のような非市場財の場合には、消費者余剰法はそのままでは適用できない。このため、「評価対象となる非市場財と密接に関係する私的財の代理市場を見つけることができれば、その代理市場における消費者余剰の変化分（増分）が、関係する非市場財の変化の評価値とみなすことができる」という弱補完性理論に基づいて編み出された手法がトラベルコスト法である。すなわち、環境財の代理市場として、レクリエーションサイトを利用するために生じる交通の市場（旅行費用）に着目し、その市場における消費者余剰で財の価値を計測しようとする方法である。

トラベルコスト法は、米国の国立公園の評価方法の議論に端を発しているため、自然公園の評価には適している。我が国でも環境省が実施する一定規模以上の自然公園の新規採択時事業評価にはトラベルコスト法が用いられている。

トラベルコスト法は、代理市場として環境財の利用者のレクリエーションに伴う消費活動（旅行費用）に着目しているため、レクリエーションサイトまでの訪問が誘発されない対象では評価は困難である。つまり、評価対象に利用価値が無い場合や、負の便益は評価できないことになる。

トラベルコスト法は、必要な情報は旅行費用と訪問率だけなので計測が非常に簡単ではあるが、しかしながら、一般に非利用価値である存在価値は評価できないとされる。このため、今日的課題である地球環境問題・野生生物・生態系・原生自然などの価値評価を行うことが難しいとされている。ただし、レクリエーションサービスに係る環境財の評価手法としては、分かり易い手法であると言える。

(CVM)

環境の価値を評価するには、個人の実際の行動結果に基づいて顕在化した客観的データを用いる顕示選好法によることが望ましい。しかしながら、こうした顕示選好法は、顕示されるデータが得られなければ評価することができない。これに対して、表明選好法は殆どの非市場財の価値評価が可能であるとされている。特に、生態系の価値などの存在価値は市場に反映されない私的情報であるため、人々に直接尋ねるといった表明選好法以外では評価することは困難である。このため、生態系等の環境質の価値を把握するために、表明選好法の代表的手法である CVM が注目

を浴びている。CVMは仮想市場評価法と訳されるが、アンケート調査によって、評価対象の環境財（質）が無い（without）状況から環境財（質）が有る（with）状況へと変化した仮想的状況を示した上で、回答者はその状況変化に対して、価値を増大させるために費用を支払う必要がある場合に、支払っても良いと考える支払意思額（WTP）や、その財が悪化する場合には補償に必要な受取補償額（WTA）を表明する手法である。つまり、仮想的状況とは、環境質の変化に応じた効果の内容と、その効果を享受する際に必要な仮想的な支払いに関する状況を示している。なお、一般にWTAはWTPよりも過大となることが多いので、WTPが用いられることが多い。

CVMは、補償余剰と等価余剰の考え方をもとに成り立っている。補償余剰とは、ある財の消費量が増大（減少）した時に、変化後の消費量を保持したままで、消費量が変化する前の効用水準に消費者を保持するために、消費者から取り去ることのできる最大額（与えなければならない最小額）を意味し、等価余剰は、ある財の消費量が増大（減少）した時に、変化前の効用を保持したままで、変化後の効用まで到達するために消費者に支払われなければならない最小額（取り去ることのできる最大額）のことを意味する。よって、環境が改善されるという仮想状態を設定した場合には、補償余剰の考え方では、環境水準を向上させる計画（事業）を実施するために、あなたは最大いくらまで支払う意思があるかという質問内容になり、等価余剰では、進行中の環境改善の計画（事業）が中止されるとしたら、あなたはいくらの補償が必要かといった質問内容になる。

CVMは、直接効果のみならず間接効果をも包括的に計測する方法のため、もしも他の手法で得られた便益を合算する場合には、二重計上に注意しなければならない。

（コンジョイント分析）

評価対象を構成する要素と負担金の組み合わせの仮想状況をいくつか設定し、その中から回答者にどれがいいかを選択させ、いくつもの仮想状態に付けられた選好順序をもとに統計的な分析をもって支払意思額の推定などの定量的評価を行う手法である。コンジョイント分析は、被験者の恣意性が入りづらく、また複数の属性の評価が可能であるが、逆に設定した属性以外の価値が反映されづらいという欠点がある。

2.1.5 建物緑化に関する研究状況

広く緑地環境について顕示選好法を用いた既往研究としては、愛甲らによるヘドニック価格法によるもの¹⁾や、庄子らによるトラベルコスト法によるもの²⁾などがあり、前者は札幌市内の住宅地において公園緑地の存在による地価公示価格への影響を明らかにし、後者は自然公園の価値を旅行費用に基づいて評価し、併せてCVM（仮想市場評価法）との比較を行っている。

一方、表明選好法の代表的手法であるCVMを用いた都市緑化を対象とした既往研究には、太田ら³⁾や庄子ら⁴⁾が実施した研究をはじめとして多く存在する。建物緑化に限って言えば、平山らによる集合住宅の屋上緑化を対象にした既往研究⁵⁾があり、東京都内の屋上緑化を有する

集合住宅の住民及び周辺住民を対象にして、CVMにより生理・心理面をも含めた屋上緑化による効用の定量化を試みている。

本章では、多様な建物緑化の持つ諸機能の総合的な価値を把握することを目的としているが、建物緑化はもともと生態系の存在価値といった要素も含むために顕示選好法に馴染まない。よって、本研究の評価手法としては表明選好法を用いることとし、特にその中でも代表的な手法であるCVMによって建物緑化の便益を導くこととした。しかしながら、CVM調査は、個別の対象の評価を行うものなので、単に特定の建物緑化事例の調査を行うだけでは建物緑化の事前評価に役立つ成果は得られない。

建物緑化の社会的便益の事前評価を行うためには、今後整備される建物緑化に普遍的に共通する指標に基づいた評価手法を確立しなければならない。そのためには、例えば、ある形態・規模の屋上緑化を計画した場合に、その形態や規模に応じて、どれだけの便益を發揮できるのかが算定されなければならない。この場合、建物緑化の評価軸として想定されるプロフィール（評価指標）には以下のものが考えられる。

1. 建物緑化の規模（面積）
2. 建物緑化の質（デザイン性、自然度など）
3. 立地条件（基盤条件、周辺立地条件）
4. 利用形態
5. その他

これらのうちのどれを採用するかについて検討するにあたって、都市緑化の現状を俯瞰してみる。建物緑化の設置義務は、建物規模や屋上面積に基づいて課せられるし、建築基準法に基づく総合設計制度は公開空地の面積に応じて容積率が割り増しされる。また、各種の緑化助成制度も面積等の規模で運用されているし、地方公共団体が策定する緑の基本計画には、緑地の整備面積が目標に掲げられる。さらに、第一章でも紹介した国土交通省による毎年の建物緑化の調査・集計も面積に基づいてなされているなど、行政制度は殆ど全てのものが都市緑地を面積によって評価している。こうした状況を鑑みると、建物緑化の事前評価には、上記のプロファイルのうち「建物緑化の規模（面積）」に基づいた評価手法を検討することが望ましいと考えられる。

しかし、先に述べたように、単純なCVM調査を実施するだけでは、建物緑化の面積とその便益との関係は導き出せない。このため、本研究では、面積の異なる複数の建物緑化事例を同一被験者に同時に評価させることにより、面積と被験者の支払意思額（WTP）の関係を求めることとした。つまり、複数のCVM調査を同時に実施することにより、調査のアウトプットとして面積規模が加わることになり、これによって、建物緑化の面積に応じた支払意思額（WTP）が求められることになる。これから、建物緑化の計画面積に応じた便益の算定は可能となる。

2.2 CVMによるアンケート調査の設計

2.2.1 With / Without の設定

一般に CVM によるアンケート調査では、調査の対象物の効果がある状況 (With) と無い状況 (Without) を設定し、それらを被験者に比較させることにより、その差に基づく便益に対する負担金等の支払意思額(WTP)を尋ねることになる。郵送によるアンケート票の配布でも、また WEB アンケートの場合でも、基本的には紙ベースもしくは画面上で提供された情報のみで被験者が判断して回答することになるので、文章だけの表現のみではなく、通常は図もしくは写真等を用いて簡潔に表現することになる。ちなみに、文献「環境経済評価の実務」⁶⁾では、河川的环境改善効果の With / Without の表現として、現況の河川の写真 (1 枚) に対して環境改善を行ったパース (1 枚) を被験者に提示して、それを比較から評価をさせている。また、先に掲げた平山らによる研究⁵⁾では、実際の集合住宅の居住者及び周辺住民に対し、説明文章のみで表現したアンケート票を用いて屋上緑化の評価をさせている。また、建物緑化ではないが、歴史的建物を対象に実施した研究⁷⁾では、単純化した建物の模式図を用いて、CVM による WEB アンケート調査を実施している。さらに、国土交通省河川局が示した CVM の指針⁸⁾では、事業の状況が分かるように、出来るだけ合成写真やイラスト等を活用するよう奨励されているので、今回実施する建物緑化の CVM の場合にも、図や写真を用いることが望ましいと考えられた。しかしながら、緑化の場合には、図では植物の微妙なテクスチャーを表現することが難しいので、写真を用いることとし、具体的には、建物緑化が【無い】状況と【ある】状況を表現した 2 枚の写真を並べ、それを被験者が比較して、その違いに対して支払意思額 (WTP) として表明する方法を採用することとした。【ある】状況の写真は、実際の建物緑化の事例写真を用い、【無い】状況は施工前の写真がある場合にはその写真を使用し、無い場合には CG 合成によって建物緑化の無い状況を作成するか、もしくは類似の建物屋上の写真を用いた。

2.2.2 支払意思額の表現

建物緑化を CVM で評価した既往研究である平山らの研究⁵⁾では、住民に対して新たに生ずる屋上緑化の管理費についての支払意思額を尋ね、また周辺住民に対しては屋上緑化を存続するための維持費の寄付金として支払意思額を尋ねることにより WTP を求めている。本事例の場合は、当該集合住宅の住民を被験者としたために、維持費の寄付金という形をとっているが、本研究で対象とする建物緑化の受益者は、当該建物緑化の周辺に居住する者を想定しているため、必ずしもその維持管理を行うべき者というわけではない。このため、支払意思額は負担金として徴収することを想定することとした。また、負担金の場合には家計からの支出となるため、一世帯当たりかつ一ヶ月当たりの負担金支出として尋ねることとした。

2.2.3 支払意思額の限度

支払意思額を尋ねる場合に、CVM のアンケート調査での質問方法には、付け値ゲーム方式 (提示額を示して賛成/反対を尋ね、反対が出るまで金額を上げていく方式)、二項選択方式 (提示額に対して賛成/反対を尋ねるもの)、支払カード方式 (選択肢の中から金額を選択する方式)、自由回答方式 (自由に金額を回答してもらう方式) などがある⁶⁾。本調査では、複数の事例の支払

意思額を尋ねなければならないので、回答が容易な支払カード方式を採用した。

ただし、この場合には、支払意思額の上限を設定する必要がある。ちなみに、類似対象施設に関する既往研究では以下の支払意思額が得られており、これら事例では、おおむね 1,000 円以内におさまっているため、屋上緑化・壁面緑化共に支払意思額の上限を 1,000 円と設定した。なお、1,000 円以上は自由回答となる。

- i) 屋上緑化の機能⁵⁾ 679.2 円/世帯・月
- ii) 公園緑地の自然環境保全機能⁹⁾ 976 円/世帯・月
- iii) コスモス園の景観保全機能¹⁰⁾ 103.8 円/世帯・月
- iv) 都市林の環境保全機能¹¹⁾ 562.1 円/世帯・月

2.2.4 被験者への質問様式

ここまでの検討状況を踏まえて、被験者には図 2-1 のような様式で尋ねることとした。なお、一般に建物緑化のことは知られていても、被験者が建物緑化に関する具体的な情報を十分に持ち合わせていることは想定しづらいので、最初に建物緑化に関する基本的な情報（図 2-2、説明書）を被験者に読んでもらい、そこから回答票に移行するようにした。

【問13】

【状況A】

◆あなたの世帯からの負担金はありません。



➔

【状況B】

◆建物の屋上に緑化を整備することで『アメニティの向上』が図られます。

◆あなたの世帯からの負担金が必要です（今の地域にお住まいの間、負担する必要があるとします）。



整備
(800m²)

【状況B】に対する負担金が〇（円/月）の場合、屋上緑化に賛成できますか？

↓ 賛成できる

では、従来でなら負担金（円/月）を支払ってもよいと思われますか

①0円 ②10円 ③20円 ④50円 ⑤100円
⑥200円 ⑦500円 ⑧1,000円 ⑨1,000円以上

番号入力 ⑨の方は金額を入力してください 円

※実際に負担金を頂くことはありません。

↓ 賛成できない

その理由は何ですか。あてはまるものを1つ選んでください

(1) 屋上緑化は必要ないから
(2) 世帯から負担金を集める仕組みになっているから
(3) これだけの情報では屋上緑化の効果がわからないから
(4) その他

番号入力 (4)の場合、簡単な利用を記入して下さい

問14にお進み下さい。

図 2-1 設問画面

建物緑化には、以下の三つの効果があるとされています。

- ① アメニティの向上
- ② 都市の自然環境の改善：生物多様性の維持
- ③ ヒートアイランド現象緩和などの都市環境の改善

(アメニティの向上)

自然の少ない都市の中において、樹木や花々などの緑は人に安らぎと憩いの空間を与えてくれます。特に、空地の少ない市街地中心部では、屋上緑化や壁面緑化などの建物緑化が、都市内の緑として様々な効用を果たしてくれます。

建物緑化は、安らぎの場の創出ばかりでなく、建物の景観を向上させ、ひいては都市全体のアメニティの向上にも役立ちます。さらに、四季の変化が、人々に季節の変化を感じさせるという効果もあります。



(都市の自然環境の改善：生物多様性の維持)

昨今の都市化の進展に伴い、都市内の自然は急速に失われつつあります。生物の多様性は全ての生物の存立の基盤であり、また、人類は自然から多くの恵みを受けています。そうした観点からも生物多様性は必要なことです。

都市の中で生物多様性を確保するためには、自然環境、とりわけ緑地の保全や創出が望まれています。中でも、建物の屋上や壁面を緑化することは、オープンスペースに限りのある市街地内では有効であると考えられます。

たとえ屋上緑化であっても、地上にいるかと錯覚するほどに自然度の高い緑地を造ることも十分に可能です。



(ヒートアイランド現象緩和などの都市環境の改善)

20世紀の間に、東京などの大都市では平均気温が2~3℃も上昇しました。これは、建物の空調システム(冷房)や電気機器、それに、建物や舗装面の増加とそれに伴う緑地の減少が気温の上昇に拍車をかけています。

ヒートアイランド現象の緩和のためには、建物の屋上や壁面の緑化に効果があるとされています。屋上緑化は砂漠のような都市の中ではオアシスのような存在であり、こうした緑化を増やすことが喫緊の課題であると言えます。

また、建物を緑で覆うことによって太陽熱を遮断し、建物が熱せられることを防ぐため、熱効率の向上が期待できます。これによって、冷房効率が上がり、排熱を抑えるばかりか、電気使用量の節約になり、結果的に発電による二酸化炭素排出の抑制にもつながります。



さらに、植物は先に述べたような熱効率改善効果ばかりか、そもそも二酸化炭素の吸収源になるため、省エネルギーによって削減された二酸化炭素以上に地球環境向上に貢献できます。加えて、都市緑化は、大気の浄化や雨水の貯留機能、騒音の低減効果といった物理的・化学的な効用があり、健康の維持・増進、ストレスの緩和、豪雨被害の緩和、ヒートアイランド現象緩和など、実に様々な効用を有しています。



水分貯留機能



以上のように、都市の環境向上や都市住民のアメニティの向上のために、建物緑化は大きな期待がもたれています。そして、その効果は都市住民全体にもたらされるものであり、ひいては地球環境の向上にも貢献されるものでもあります。

図 2-2 説明書

2.2.5 プレ調査の設計

CVM の場合、調査のシナリオや調査設計上の不備をチェックするために、プレ調査を実施する必要がある。本研究では、複数の緑化事例の評価を同時に行うこととしたため、プレ調査では、表 2-2 に示した事例写真を使用した。屋上緑化 10 事例、壁面緑化 8 事例であり、それぞれの写真を以下に掲載した。なお、実際のアンケート調査ではカラー写真を使用した。

本アンケート調査では、あくまで写真から得られる主観的な評価のみで支払い意思額を尋ねるために、実際の建物緑化の面積ではなく、写真に写っている見かけ上の建物緑化の面積を示している。

表 2-2 プレ調査に使用した建物緑化事例

建物緑化形態	建物緑化面積 (m ²)
屋上緑化 10 事例	15、 80、 150、 250、 360、 800、 1,000、 1,500、 2,300、 3,300
壁面緑化 8 事例	30、 100、 150、 250、 350、 400、 480、 630

【屋上緑化】

整備前

整備後

写真 2-1

15 m²

右写真：
田島ルーフィング
株式会社提供



写真 2-2

80 m²



写真 2-3

150 m²



写真 2-4

250 m²

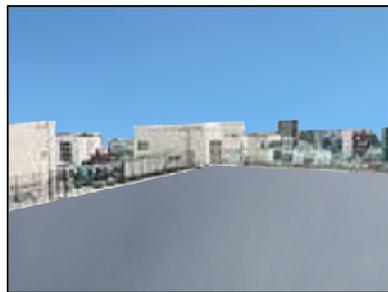


写真 2-5

360 m²



写真 2-6

800 m²

左右写真：
国土交通省提供



写真 2-7

1,000 m²



写真 2-8

1,500 m²

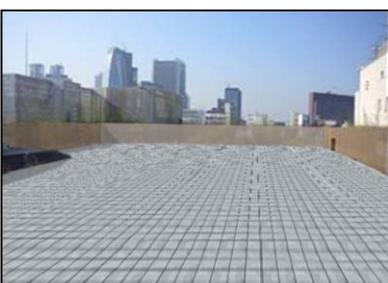


写真 2-9

2,300 m²

写真：
(株) 湊町開発
センター提供



写真 2-10

3,300 m²



【壁面緑化】

整備前

整備後

写真 2-11

30 m²



写真 2-12

100 m²



写真 2-13

150 m²



写真 2-14
250 m²



写真 2-15
350 m²



写真 2-16
400 m²



写真 2-17
480 m²
右写真：
安城市役所 HP より



写真 2-18
630 m²
左右写真:ダイトウ
テクノグリーン
株式会社提供



2.2.6 その他の質問内容

被験者の属性を含む関連事項をまとめて 9 問の質問を行った。質問内容は以下のとおりである。

【問19】		番号の入力をお願いします	回答例
問 19-1	あなたのお住まいの地域は ①都市部 ②郊外部（周りに森林等の緑が豊富な地域の場合）	<input type="text"/>	1
問 19-2	あなたのお住まいの近くに屋上緑化もしくは壁面緑化を行っているビルはありますか？ ①ある ②ない	<input type="text"/>	?
問 19-3	それは、歩いて行ける距離ですか（設問 19-2で①と回答された方のみ） ①ある ②ない	<input type="text"/>	
問 19-4	屋上緑化・壁面緑化のあるビルには行ったことはありますか？ ①ある ②ない	<input type="text"/>	1
問 19-5	屋上緑化・壁面緑化を利用する目的はなんですか（これから行かれる予定の方もお聞かせ下さい）？ ①精神疲労（緊張緩和・視覚疲労等）の回復のため（はい：1、いいえ：2） ②騒しめ感や安らぎ感を得るため（はい：1、いいえ：2） ③子供たちの情操環境教育のため（はい：1、いいえ：2） ④園芸作業による治療（呼吸器活性化など）のため（はい：1、いいえ：2） ⑤その他（下の欄に記入します）	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	1 2 2 1
問 19-6	同じ緑化面積の場合、屋上緑化と壁面緑化を整備する場合、どちらにアメリィを感じますか？ ①屋上緑化の方に非常に感じる ②屋上緑化の方にやや感じる ③わからない ④壁面緑化の方にやや感じる ⑤壁面緑化の方に非常に感じる	<input type="text"/>	2
問 19-7	何問目から設問に対して”多い””面倒だ”と感じましたか？ ①全く感じない ②多少感じだが問題はない ③非常に多く回答に対して面倒だと感じた ↓ ④を回答された方は、何問目からを具体的な設問番号を記入してください	<input type="text"/> 問目	3 n 問目
問 19-8	説明書の記載されている”建物緑化に関する効果”はわかりやすかったですか？ ①わかりやすく、かつ建物緑化に対する効果が理解できた ②わかりやすいが、既に建物緑化に対する効果は理解していた ③文章が長く読みにくい、建物緑化に対する効果は理解できた ④文章が長く読みにくい、建物緑化に対する効果を知っていたため読めた ⑤文章が長く読みにくく、わかりにくい	<input type="text"/>	2
問 19-9	最後に本アンケート調査に対するご意見がありましたらご記入ください。	<input type="text"/>	

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

図 2-3 その他の設問

2.2.7 プレ調査の実施

こうして設計したアンケート調査の不備やバイアスの排除を目的としてプレ調査を実施した。被験者は、本 CVM の WEB アンケート調査の実施を請け負ったコンサルタント職員 130 人を対象とし、2009 年 2 月 10～16 日に実施した。回収票は 103 票だった。

2.2.8 集計方法

WTPの算出手法には、国土交通省の事業評価でも用いられているノンパラトリック法で算出することとした。ノンパラトリック法はモデルを使用しないため容易であり、国土交通省の事業評価でもよく用いられている¹²⁾。

なお、WTPは中央値と平均値それぞれを用いることがあるが、中央値は評価対象を多数決として評価する場合に用いられ、一方、単に対象の総便益を求める場合には、得られたWTPに受益者数を乗じるために平均値を用いる。今回は総便益を求めることが目的であるため平均値を採用した。

ノンパラトリック法では、例えば、支払意思額の提示額が3段階(P1、P2、P3)だった場合で考えると、賛同率曲線は図2-4のように描くことができ、WTP平均値は、この賛同率曲線とX軸とY軸で囲まれた区域の面積で算出される。それを数式化すると以下ようになる。

$$S = \{(S_0 + S_1) \times P_1 / 2\} + \{(S_1 + S_2) \times (P_2 - P_1) / 2\} + \{(S_2 + S_3) \times (P_3 - P_2) / 2\}$$

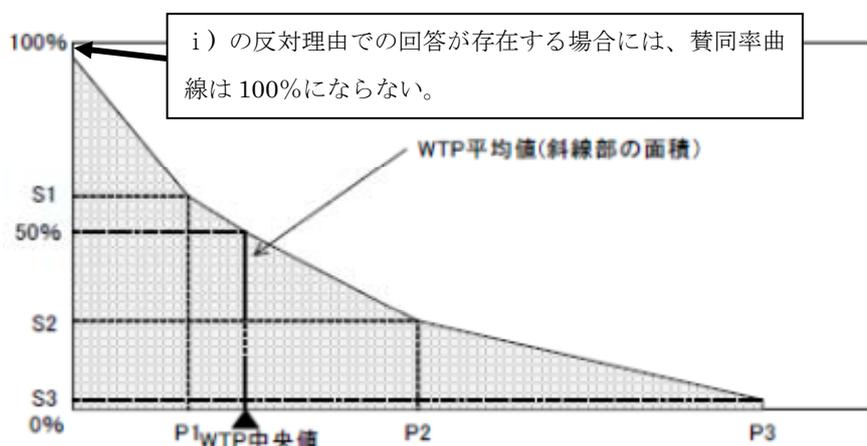


図2-4 WTP平均値の算出イメージ

2.2.9 賛同率曲線とWTP平均値の算出

1) 無効票の定義

賛同率を算出する場合、母数として対象としない無効票を設定する必要がある。無効票の定義は、国土交通省の指針⁸⁾で整理されている基本的な考え方を適用した。アンケート票では事業に反対の場合にその理由を下の4つの選択肢から選ぶこととしている。

- i) 建物緑化は必要ないから
- ii) 世帯から負担金を集める仕組みになっているから
- iii) これだけの情報では屋上緑化の効果がわからない
- iv) その他

i) は、WITH/WITHOUTを比較した結果、事業に反対であるため0円としているということになり賛同率を算出する母数に含まれる。一方、ii)～iv)は、抵抗回答や回答の拒否に相当するため、無効票として賛同率の母数には含めない。ちなみに、抵抗回答とは、負担金を支払う

という支払手段自体に反対したり、調査主体に対する抵抗感から回答を拒否している場合のことである。よって、賛同率を算出する場合の母数の考え方は下式のとおりとなる。例えば、50人中4人が事業反対で、そのうち3人はii)～iv)を選択、1人がi)を選択している場合の母数は47人となる。

賛同率算出時の母数 = 賛成回答者数 + (反対で“建物緑化は必要ない”という回答者数)

ここで、プレ調査で得られた結果（ローデータ）を表2-3に示す。これは屋上緑化800m²の評価額（WTP）を示している。本研究で新たに設計したCVM調査では、表2-2に示した18事例の写真事例毎に同じ質問（WTP）を尋ねるため、これらの全ての事例において、表2-3のローデータが得られ、これらのローデータの集計結果から賛同率曲線を描いてWTP平均値を求めることになる。

ローデータの集計表である表2-4を見ると、WTP額が大きくなるにつれて賛同者数が減少している。これは、例えば、被験者が500円の支払い意思を示した場合には、500円以下の金額については全て賛成という評価になるためである。付け値方式の回答ならば、安い金額順に賛成か反対かを聞いて、反対の評価が出るまで回答するため必然的にこの集計表のようになるが、今回のような支払カード方式の場合も、やはり集計上は同じ整理になる。

選択される金額毎の賛成・反対の数から賛同率が求められ、それから図2-5のように事業規模毎に賛同率曲線を描くことができる。先に示した図2-4も、こうして求めることを前提にしている。この賛同率曲線と座標軸とで囲まれた範囲の図形の面積を求めてWTP平均値を得る方法については既に述べたが、こうして得られたWTP平均値を表2-5に、緑化面積とWTP平均値との関係を示したのが図2-6である。図2-6からは、建物緑化の面積とWTP平均値の高い相関関係が伺える。

表 2-3 プレ調査結果（面積 800m²の屋上緑化のローデータ）

被験者 No.	事業反 対理由	WTP(円)								
		0	10	20	50	100	200	500	1,000	2,000
1	—	1	1	1	1	1	1	0	0	0
2	—	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	iv	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0
.
52	—	1	1	1	1	1	0	0	0	0



表 2-4 WTP 結果集計表

WTP (円)	0	10	20	50	100	200	500	1,000	2,000
賛同者数	46	38	31	29	27	16	7	3	1
賛同率%	100.0	82.6	67.4	63.0	58.7	34.8	15.2	6.5	2.2

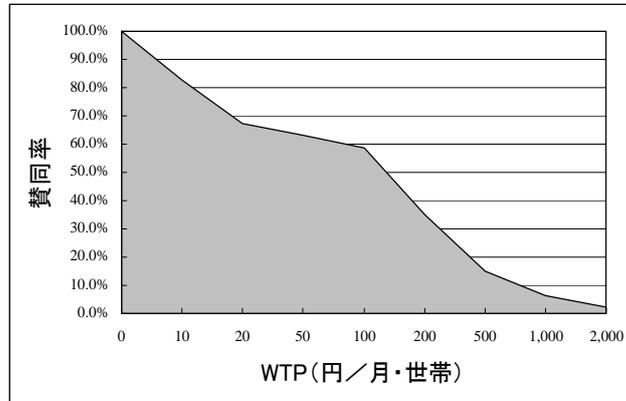


図 2-5 プレ調査の屋上緑化の賛同率曲線（面積 800m² の場合）

表 2-5 屋上緑化と壁面緑化の WTP 平均値（円/月・世帯）

屋上緑化		壁面緑化	
面積 (m ²)	WTP 平均値	面積 (m ²)	WTP 平均値
15	142.7	30	72.1
80	192.8	100	107.3
150	205.0	150	120.0
250	176.1	250	145.1
360	271.0	350	167.2
800	286.2	400	153.3
1,000	284.6	480	167.2
1,500	358.6	630	179.6
2,300	349.8		
3,300	329.8		

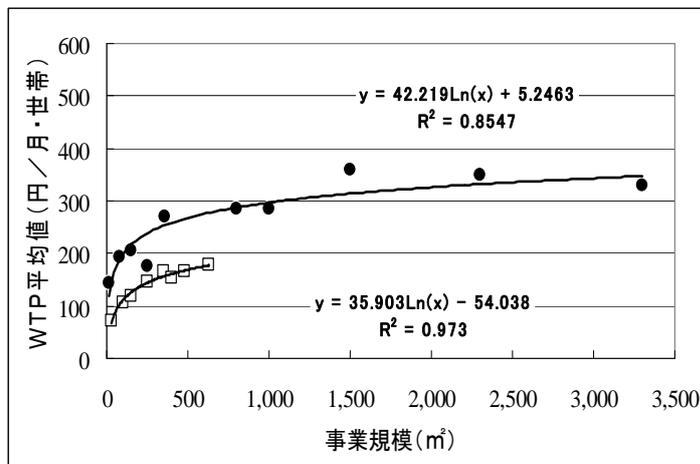


図 2-6 プレ調査結果の事業規模別 WTP 平均値

2.2.10 裾切りの設定に関する検討

アンケートのプレ調査から得られた 1,001 円以上の自由回答の金額は、5 つの値（1,500 円 2,000 円 2,500 円 5,000 円 8,000 円）のみだった。つまり、プレ調査では、選択された金額がほぼこの想定した範囲（1,000 円）内に収まったということであり、このため設定した選択肢（金額）の設定は妥当だったこと確認できた。

ただし、通常は、アンケート回答欄の最高提示金額以上を自由回答で任意に回答できるようにアンケート票の設計を行うが、その場合に、極端に大きな金額を示す被験者が一人でもいると、それだけで全体の WTP 平均値が大きくなってしまう。このため、提示額の上限を設けることによって極端な外れ値を除外するという操作が必要となるが、この操作を「裾切り」と言う。例えば、有効票が 100 票で、このうち 99 票の WTP 平均値が 300 円の場合に、残りの 1 票だけが 1 万円を提示したとしたら、わずか 1 票であっても全体の WTP 平均値は 397 円に跳ね上がってしまう。たった 1 票で WTP 平均値が 3 割以上も異なってくることは現実的ではない。このため、裾切り採用の可否とともに、裾切りの上限額について検討した。アンケートの負担金の回答選択肢は金額が通常倍々となるように設定するため、選択肢の最大値である 1,000 円の倍である 2,000 円を上限とすることが一つの方法である。

裾切りの可否について、「裾切りあり（2,000 円を上限）」と「裾切りなし」の 2 種類で屋上緑化の WTP 平均値を求め、その傾向を比較すると表 2-6 のようになった。プレ調査で裾切りを行わない場合では、表 2-6 の網かけを施した箇所で大きな違いが生じた。このように、裾切りなしの場合は過大になる可能性があるため、裾切りあり（2,000 円を上限）を採用することとした。

また、自由意見で分かりづらいと指摘された事例写真については、削除もしくは差し替えを行うとともに、掲載写真のうちの借用写真については、本調査への使用許可を得ることとし、同意が得られなかったものについては、他の写真に差し換えた。こうして最終的に、表 2-7 及び写真 2-19~2-35 に示した事例を採用することとした。

表 2-6 裾切りの検証表（円/月・世帯）

屋上緑化の面積規模（m ² ）	裾切りあり（2,000 円を上限）	裾切りなし
15	142.7	142.7
80	192.8	192.8
150	205.0	205.0
250	176.1	176.1
360	271.0	271.0
800	286.2	416.6
1,000	284.6	382.4
1,500	358.6	498.1
2,300	349.8	668.9
3,300	329.8	372.3

表 2-7 アンケート本調査に使用した建物緑化事例

建物緑化形態	緑化面積 (m ²)
屋上緑化 (9 事例)	15, 80, 150, 200, 400, 800, 1,000, 1,500, 1,800
壁面緑化 (8 事例)	30, 100, 150, 220, 350, 400, 480, 630

【屋上緑化】

整備前

整備後

写真 2-19 屋上緑化

(見かけ上 15 m²)

右写真:

田島ルーフィング株式会社提供



写真 2-20 屋上緑化

(見かけ上 80 m²)



写真 2-21 屋上緑化

(見かけ上 150 m²)



写真 2-22 屋上緑化

(見かけ上 20 m²)



写真 2-23 屋上緑化
(見かけ上 400 m²)



写真 2-24 屋上緑化
(見かけ上 800 m²)

左右写真：
国土交通省提供



写真 2-25 屋上緑化
(見かけ上 1,000 m²)



写真 2-26 屋上緑化
(見かけ上 1,500 m²)

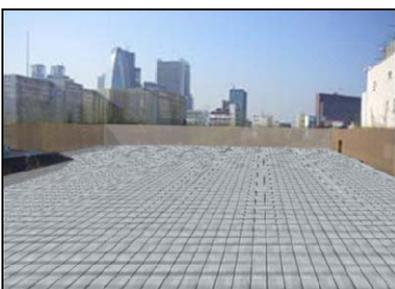


写真 2-27 屋上緑化
(見かけ上 1800 m²)

右写真：
(株) 湊町開発センター提供



【壁面緑化】

写真 2-28 壁面緑化
(見かけ上 30 m²)



写真 2-29 壁面緑化
(見かけ上 100 m²)



写真 2-30 壁面緑化
(見かけ上 150 m²)



写真 2-31 壁面緑化
(見かけ上 220 m²)



写真 2-32 壁面緑化
(見かけ上 350 m²)



写真 2-33 壁面緑化
(見かけ上 400 m²)



写真 2-34 壁面緑化
(見かけ上 480 m²)

右写真：安城市役所 HP より



写真 2-35 壁面緑化
(見かけ上 630 m²)

左右写真：ダイトウテクノ
グリーン(株)提供



設問画面は、より見やすいように次ページのように改良した。特に、面積規模がイメージしやすいように、比較できる例示を図 2-7 のように矢印中に追記した。

2.3 アンケート本調査の実施

アンケート本調査の実施は、短期間に調査・集計が可能で、かつ CVM 等に有利な調査方法とされるインターネットを活用した WEB アンケートにより実施した。具体的には、前項までで企画・設定した CVM アンケート票を用いて、WEB アンケート実施専門業者のアンケートの実施業務を委託した。受託業者名は巻末の資料編中に記している。受託業者から登録モニターに対するアンケート票の送付及び回収は 2009 年 8 月 17 日～19 日の間で行われた。被験者は東京 23 区内住民を対象としたが、それは建物緑化のような都市緑化施設は、周辺の状況、すなわち地域性によって大きく評価が異なると考えられたために地域を特定したものである。

なお、インターネット調査による回答へのバイアスが懸念されるが、檀ら¹³⁾は、河川の流況改善事業に関する評価についての調査を、インターネット調査と郵送調査を併用して実施し、調査方法によるバイスの有無を検証したが、本研究では、両調査方法の回答傾向に有意な差は認められなかったと結論づけられている。また、村中らの研究¹⁴⁾は、災害からの歴史的景観の復興

を題材にした CVM 調査において、郵送調査と WEB アンケート調査方法による WTP への影響を調べたが、両方法ともほぼ同等の便益が推計されている。こうした既往研究の結果から、WEB アンケート調査方法の採用は問題ないと判断した。

必要票数は 100 票とし、男女比率は東京 23 区内の人口構成に合わせて 50 票ずつとした。ただし、WEB アンケートの場合は登録モニターが比較的若い世代が多いので、これも東京 23 区内の人口構成に合わせて、表 2-8 のように被験者の年齢構成数を設定した。

【問6】

仮に、この事業を住民の負担によって行うものと想定してください。
 皆様のお住まいの近く（歩いていける程度の場所）に、建物緑化が800m²整備されたとします。この緑化施策を行うことで各種の効果が期待されます。
 この整備に対して、あなたは幾らまでならその負担金を支払うことができますか？
 ※なお、実際には負担金を徴収することはありません。

整備前



建物の屋上に
800m²
(バレーボールコート
5面分)の
緑化がなされます。

整備後



【整備後】に対する負担金が0(円/月)の場合、屋上緑化に賛成できますか？

賛成できる

では、幾らまでなら負担金(円/月)を支払ってもよいと思われますか

①0円 ②10円 ③20円 ④50円 ⑤100円
 ⑥200円 ⑦500円 ⑧1,000円 ⑨1,000円以上

番号入力 ⑨の方は金額を入力してください 円

※実際に負担金を頂くことはありません

賛成できない

その理由は何ですか。あてはまるものを一つ選んでください

(1) 屋上緑化は必要ないから
 (2) 世帯から負担金を集める仕組みになっているから
 (3) これだけの情報では屋上緑化の効果がわからないから
 (4) その他

番号入力 (4)の場合、簡単な利用を記入して下さい

次の設問にお進み下さい。

図 2-7 修正後の設問画面

表 2-8 被験者年齢構成表

年齢区分(歳)	18～29	30～39	40～49	50～59	60以上	計
被験者数(男性)	10	11	8	9	12	50人
〃(女性)	10	11	8	8	13	50人

(2005年国勢調査から)

アンケート調査の結果、屋上緑化と壁面緑化のそれぞれの面積の評価事例毎に賛同率曲線が得られ、これらの結果をもとに表 2-9、図 2-8 のような WTP 平均値を得ることができた。図から明らかなように、屋上緑化と壁面緑化それぞれで規模(面積)と WTP 平均値との一定の傾向が分かる回帰式が求められた。これから、同規模で比較すると、屋上緑化の方が壁面緑化よりも高い WTP 平均値が見込めることが分かる。

表 2-9 屋上緑化と壁面緑化の WTP 平均値 (本調査)

屋上緑化 (円/月・世帯)		壁面緑化 (円/月・世帯)	
面積 (m ²)	WTP 平均値	面積 (m ²)	WTP 平均値
15	413.54	30	211.0
80	410.96	100	208.17
150	387.19	150	212.30
200	372.29	220	232.90
400	411.39	350	270.05
800	442.08	400	292.75
1,000	503.75	480	298.05
1,500	487.63	630	285.68
1,800	490.05		

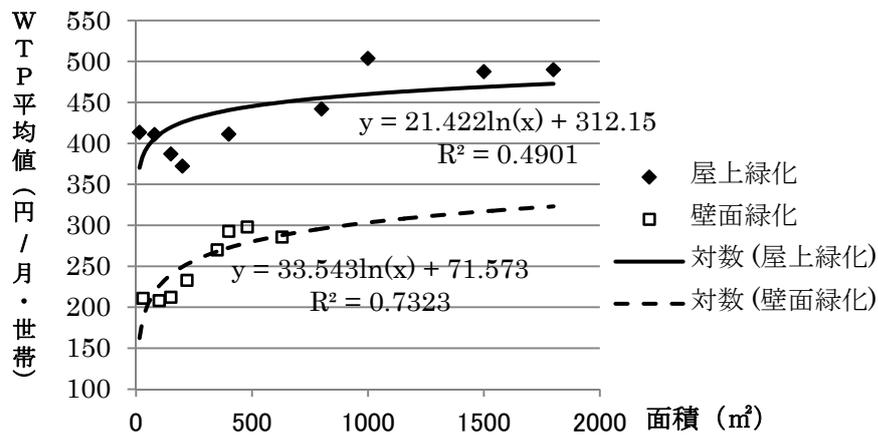


図 2-8 建物緑化の WTP 平均値

2.4 全国主要都市での建物緑化の評価

建物緑化に対する評価は全国の各都市によって異なる可能性がある。例えば、実践学園中学・高等学校やグリーンプラザひばりが丘南の屋上緑化¹⁵⁾では、武蔵野の自然の再現を目指して地域の在来種からなる植栽を施しているが、これらの事例のように建物緑化には地域の自然条件が反映されることがある。また全国の都市は、それぞれ都市規模も自然度も、また社会状況も異なるため建物緑化に対する評価が全く同じであるとは考えづらい。

例えば、全国主要都市の緑化率の違いを図 2-9 に示したが、このように都市によって緑の量は随分と異なる。また、CVM 調査を行う場合に、被験者の所得水準も影響すると考えられるが、図 2-10 のように、全国主要都市の存する都府県の県民所得にも差がみられる。

このため、本研究では、東京 23 区の調査と併せて、主要な都市における建物緑化の社会的便益を調査し、当該都市における建物緑化の事前評価のための基礎資料を得ることとした。

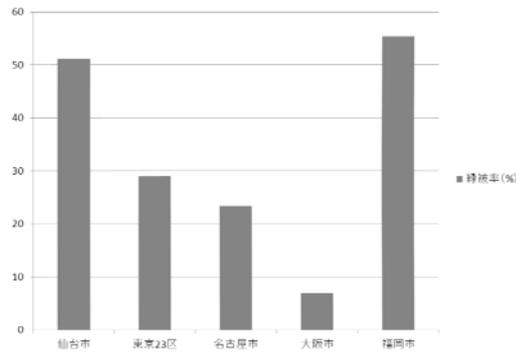


図 2-9 都市の条件の違い（緑化率の比較）

※ 全市域で比較。東京都はみどり率、大阪市は樹木樹林率

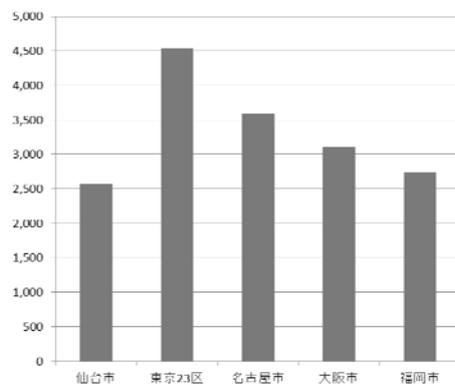


図 2-10 県民所得の差

2.4.1 調査の実施

CVM 調査票は、東京 23 区を対象に実施したのと同じものを使用することとするが、アンケート調査を実施する調査対象都市を決める必要がある。国土交通省の調査¹⁶⁾では、都道府県別に 10 年間における全国の屋上緑化の施工面積を調べているが、施工面積の多い順に東京都、神奈川県、愛知県、大阪府、兵庫県、埼玉県、福岡県、千葉県、宮城県となっている(図 2-11)。

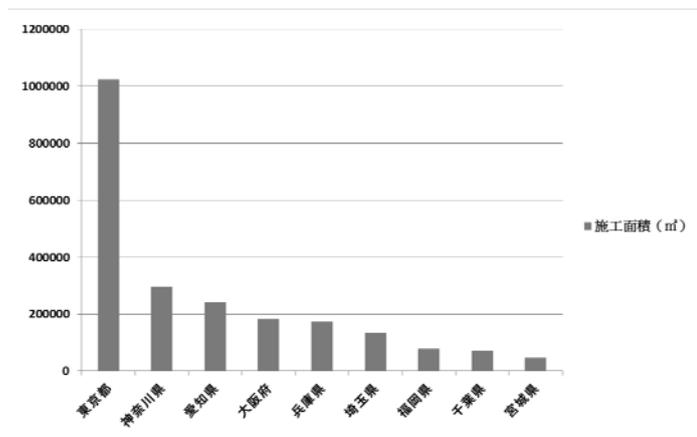


図 2-11 都道府県別屋上緑化施工面積 (平成 12-21 年合計)

このため、関東地域と関西地域の代表都市である東京 23 区と大阪市を、さらに、愛知県、福岡県、宮城県を代表する都市として名古屋市、福岡市、仙台市を選定した。結果的に四大都市圏に宮城県を加えたことになる。また、これらの都市を含む都府県の屋上緑化は、全国合計の 84.9% にのぼり¹⁶⁾、その意味においても、これらの都市をカバーすることによって、ほぼ全国の大半の建物緑化設置エリアをカバーできることになる。よって、これらの計 5 都市において、同じ内容の CVM アンケート調査を実施することとした。

アンケート調査の実施は、短期間に調査・集計が可能な方法であるインターネットを活用した WEB アンケート調査により実施するので、登録モニターの年齢構成を揃えるために、表 2-10 のように都市毎に被験者の年齢構成数と男女数を設定し、これと同数の回答票数が WEB アンケート調査実施業者より提出された。受託業者がモニターにアンケート票を配布・回収した調査実施時期は、2010 年 2 月 4 日～2 月 15 日の間である。

表 2-10 各都市の年齢構成に応じた被験者数割当表

(仙台市)						
男性	11	9	8	8	13	49 人
女性	11	10	8	9	13	51 人
(名古屋市)						
男性	9	10	8	8	15	50 人
女性	9	10	8	8	15	50 人
(大阪市)						
男性	9	9	7	8	16	49 人
女性	9	10	7	9	16	51 人
(福岡市)						
男性	11	9	8	8	12	48 人
女性	12	10	8	9	13	52 人

2.4.2 主要都市における建物緑化の WTP 平均値

各都市の建物緑化の WTP 平均値については、表 2-11,2-12 の結果が得られた。また、併せて図 2-12,2-13 の散布図から得られる各都市の WTP 平均値の回帰式を表 2-13 に示した。

図 2-12,2-13 からは、都市間の WTP 平均値の差は大きくないことが伺える。屋上緑化と壁面緑化のそれぞれの最小面積事例と最大面積事例の間で、回帰式から次の乖離率が認められたが、全体の乖離率は概ね 17% 台に納まっている。

(屋上緑化) 2.23 % ～ 12.35 % (平均 7.29 %)

(壁面緑化) 17.21 % ～ 18.17 % (平均 17.69 %)

※ 乖離率 (%) = (最大 WTP 平均値 - 最少 WTP 平均値) ÷ 最大 WTP 平均値

表 2-13 の回帰式を使うことにより、建物緑化の計画面積が示されれば、その値から WTP 平均値を導くことが可能となる。これらの回帰式を用いて、面積 500m² の場合の各都市の建物緑化の WTP 平均値を求めると、表 2-14、及び図 2-14、2-15 になる。

表 2-11 主要都市の WTP 平均値 (屋上緑化)

(円/月・世帯)

事例面積 (m ²)	仙台市	東京 23 区	名古屋市	大阪市	福岡市
15	388.39	402.84	399.43	377.34	359.26
80	399.12	351.53	371.26	389.74	369.59
150	342.19	336.60	345.10	323.81	336.65
200	326.21	336.13	347.37	326.81	354.18
400	401.42	360.66	418.21	365.94	375.05
800	432.85	410.72	447.96	402.08	417.63
1,000	474.49	467.66	427.14	407.04	391.43
1,500	435.97	453.97	431.97	431.99	390.47
1,800	510.27	490.98	451.47	456.02	407.37

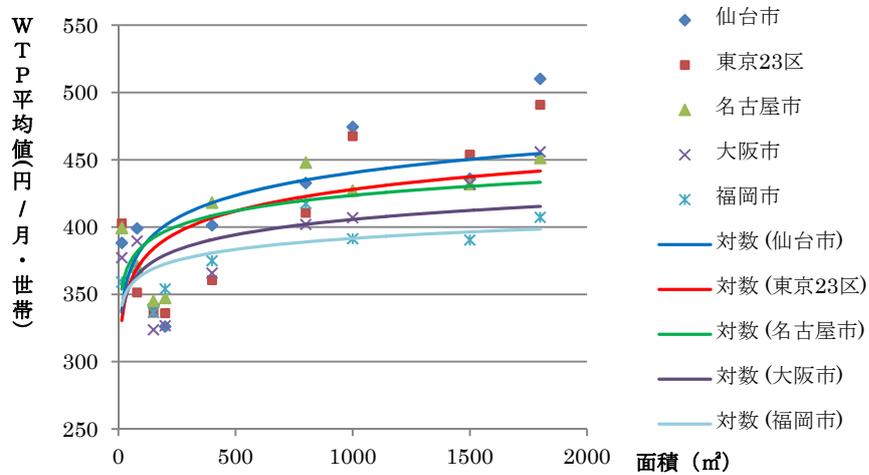


図 2-12 都市毎の WTP 平均値(屋上緑化)

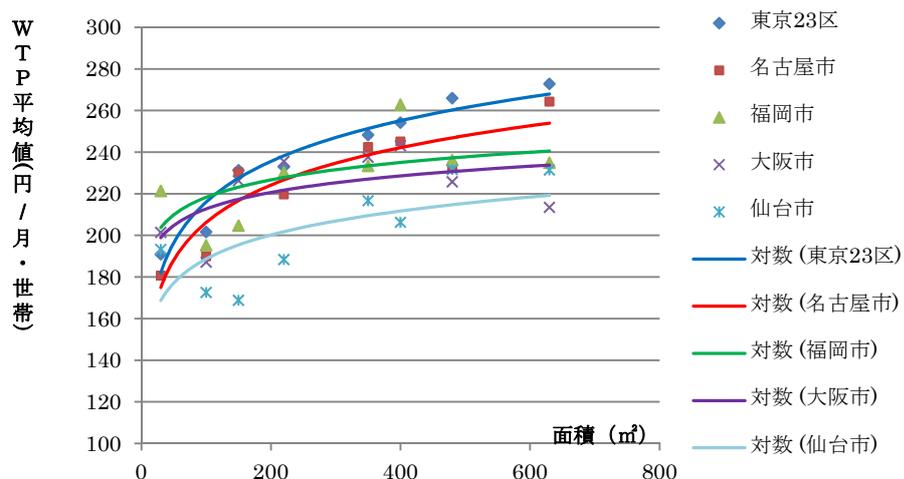


図 2-13 都市毎の WTP 平均値(壁面緑化)

表 2-12 主要都市の WTP 平均値 (壁面緑化)

(円/月・世帯)

事例面積 (m ²)	仙台市	東京 23 区	名古屋市	大阪市	福岡市
30	193.33	190.93	180.72	201.51	221.40
100	172.64	201.72	190.0	187.19	195.30
150	168.88	231.36	230.36	226.36	204.78
220	188.47	233.04	219.79	235.65	230.27
350	216.72	248.30	242.55	237.64	233.47
400	206.36	254.25	245.21	243.11	262.89
480	231.71	266.01	233.19	225.80	236.24
630	231.49	272.89	264.37	213.54	234.94

表 2-13 各都市の WTP 平均値の回帰式

都市名	屋上緑化	壁面緑化
仙台市	$y=24.345 \ln(x)+272.22$ $R^2=0.4211$	$y=16.607 \ln(x)+112.19$ $R^2=0.4607$
東京 23 区	$y=23.189 \ln(x)+267.79$ $R^2=0.3789$	$y=28.187 \ln(x)+86.233$ $R^2=0.9341$
名古屋市	$y=16.584 \ln(x)+309.0$ $R^2=0.4009$	$y=25.937 \ln(x)+86.755$ $R^2=0.8475$
大阪市	$y=16.425 \ln(x)+292.23$ $R^2=0.3401$	$y=11.453 \ln(x)+159.96$ $R^2=0.3527$
福岡市	$y=11.838 \ln(x)+309.83$ $R^2=0.5025$	$y=12.084 \ln(x)+162.64$ $R^2=0.3396$

表 2-14 面積 500m² の建物緑化の WTP 平均値 (単位: 円/月・世帯)

都市名	屋上緑化	壁面緑化
仙台市	423.51	213.40
東京 23 区	411.90	261.40
名古屋市	412.06	247.94
大阪市	394.30	231.14
福岡市	383.40	237.74

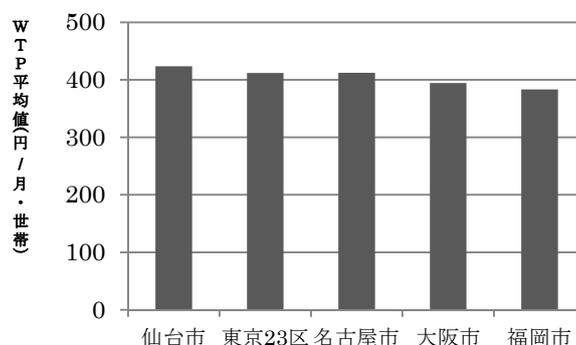


図 2-14 主要都市の屋上緑化の WTP 平均値の比較 (500 m² の事例)

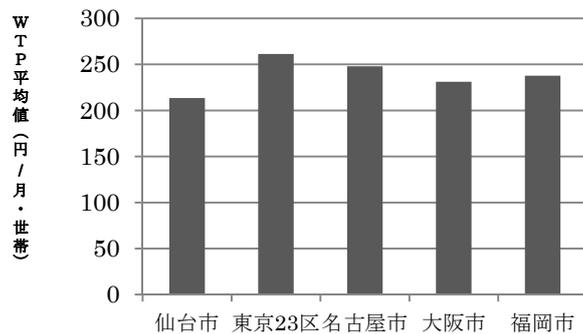


図 2-15 主要都市の壁面緑化の WTP 平均値の比較 (500 m²の事例)

2.4.3 主要都市における建物緑化の社会的便益費用

当該建物緑化の社会的便益については、一世帯あたりの WTP 平均値に世帯数を乗じて得られるため、建物緑化の受益範囲に存在する世帯数を算出する必要がある。このため、本 CVM による WEB アンケート調査では、併せて当該建物緑化事例に対して負担金を支払う場合の、支払い意思の及ぶ限度範囲 (距離)、すなわち WTP の及ぶ範囲を質問した。具体的には、「建物緑化に負担金を支払う場合、どれだけ離れているところまでなら支払いますか」という内容で質問し、本質問によって求めた WTP の及ぶ範囲の平均値は表 2-15 のとおりとなった。この表で示される範囲に居住する者の世帯数に、先に得られた建物緑化の WTP 平均値を乗じていけば、当該建

表 2-15 WTP の及ぶ範囲

都市名	WTP の及ぶ範囲 (m)		人口密度 (人/m ²)	平均世帯員数 (人)
	屋上緑化	壁面緑化		
仙台市	467.4	399.3	0.00130	2.36
東京 23 区	693.5	710.6	0.01365	2.05
名古屋市	475.7	395.9	0.00679	2.37
大阪市	671.7	686.9	0.01183	2.18
福岡市	703.3	408.7	0.00411	2.21

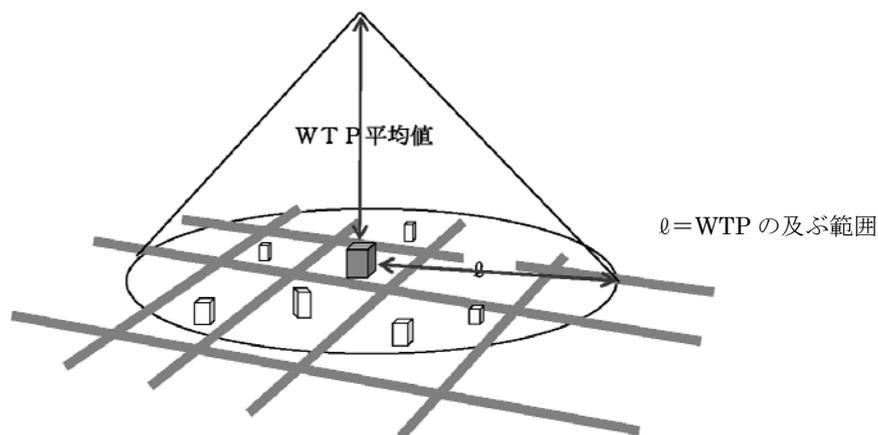


図 2-16 建物緑化の便益の影響範囲が概念図

物緑化の社会的便益費用を導くことができる。ただし、WTP は建物緑化から離れるにつれて減少し、表 2-15 の WTP の及ぶ範囲のところでは 0 になるはずである。よって、建物緑化を中心にしたこの半径内に居住する世帯数を底辺とし、かつ WTP 平均値を高さにした円錐の体積（図 2-16）として当該建物緑化の社会的便益費用を算定することができる。

その計算例を示すと、例えば、表 2-13 の東京 23 区の回帰式から、500 m²の屋上緑化の場合の WTP 平均値は 411.90 円/月・世帯が導かれる。また、屋上緑化の利用距離の平均値（693.5m）に、直線距離をグリッド式の道路行程に修正する係数（ $\sqrt{2}/2$ ）を乗ずると影響範囲の距離が導ける。これに東京 23 区内の平均人口密度（0.01365 人/m²）や平均世帯員数（2.05 人/世帯）などを次式に当てはめれば社会的便益費用が導かれる。同様に各都市の社会的便益を、全て面積は 500 m²として算定し、表 2-16 に示した。

$$\begin{aligned} & \text{社会的便益費用（500 m}^2\text{の屋上緑化を対象とした年間あたりの便益）} \\ & = 411.90 \text{ 円/月} \cdot \text{世帯(WTP 平均値)} \times 1/3 \times \pi \\ & \times (693.5\text{m} \times \sqrt{2}/2)^2 \times 0.01365 \text{ 人/m}^2 \div 2.05 \text{ 人/世帯} \times 12 \text{ ヲ月} = 16,567.35 \text{ 円/m}^2 \cdot \text{年} \end{aligned} \quad (\text{式 2-1})$$

表 2-16 各都市の建物緑化の社会的便益（500 m²の事例）（単位：円/年）

都市名	屋上緑化	壁面緑化
仙台市	640.12	235.40
東京 23 区	16,567.35	11,038.65
名古屋市	4,745.18	1,398.36
大阪市	12,125.38	7,433.13
福岡市	4,429.68	927.56

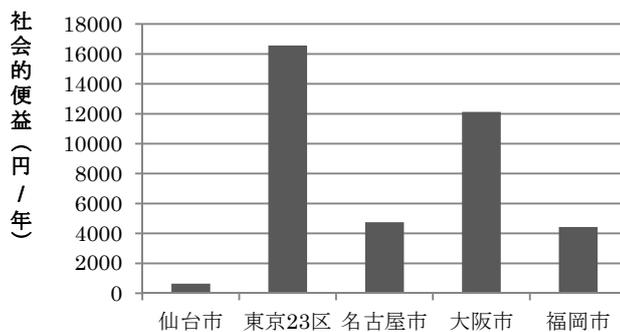


図 2-17 主要都市毎の屋上緑化（500m²）の社会的便益の比較

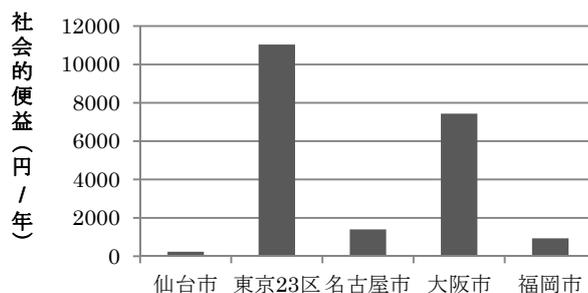


図 2-18 主要都市毎の壁面緑化（500m²）の社会的便益の比較

図 2-14,15,17,18 より、各都市の WTP 平均値には大きな違いはないものの、社会的便益に換算すると大きな差があることが分かる。以上のように、本章では、建物緑化の CVM 調査により、面積に応じた社会的便益の算定方法を導くことができた。先に述べたように、4 大都市圏に宮城県を加えた地域における建物緑化の面積は全国の 84.9 %にもものぼるため、本研究で求めた 5 都市の基礎データを用いれば、全国の大半の建物緑化の事前評価が可能となる。

2.5 全国主要都市の建物緑化の便益とコストの比較

ここで、先に求めた全国主要 5 都市の WTP 平均値から、CVM 調査で用いた屋上緑化の各写真事例（写真 2-19～2-27 p.38-39）の費用対効果を検証してみる。CVM 調査による WTP 平均値の結果は表 2-11（p.46）のとおりである。また、表 2-15 では、WTP の及ぶ範囲などの必要な原単位をを同時に尋ねているので、これら値を式 2-1 を模式化した式 2-2 に当てはめることにより社会的便益費用を求めることができる。その計算結果を表 2-17 に示した。

社会的便益費用（円/年）

$$= \text{WTP 平均値 (円/月・世帯)} \times 1/3 \times \pi \times (\ell \text{m} \times \sqrt{2} / 2)^2 \times \text{人口密度 (人/m}^2) \div \text{平均世帯員数} \times 12 \text{ ヶ月}$$

* ℓ = WTP の及ぶ範囲

(式 2-2)

ここで、屋上緑化の費用対効果を調べるためには、コストと比較する必要があるが、屋上緑化の施工コストについては、建物緑化管理者へのアンケート調査結果¹⁷⁾から、標準的なタイプの屋上緑化における年間コストは 6,335 円/ $\text{m}^2 \cdot \text{年}$ が得られている。ただし、表 2-11 の WTP 平均値を求めた写真事例は、それぞれ緑化のタイプが異なるため、各々の緑化形態に応じたコストに修正する必要がある。屋上緑化の緑化形態毎のコストについては、文献¹⁸⁾からタイプ別に整理されており、この修正係数をもとに単位面積あたりのコストを求めて、表 2-18 に示した。

こうして得られた表 2-19 の総コスト欄と、先に求めた事例毎の総便益（表 2-17）とを比較すると、図 2-19 のように費用対効果を示すことができる。この図からは、費用対効果 (B/C) の面では、便益がコストを上回っている事例と、逆にコストが便益を上回っている事例が半数ずつほどに分けられる。東京 23 区や大阪市などの大都市では受益者数が多いために高い総便益が得られるが、仙台市などでは不利となっている。このことは、図 2-11（p.44）で、屋上緑化の設置量が大都市に集中している現状と符合するところである。

表 2-17 CVM 調査で得られた屋上緑化の社会的便益（円/年）

面積 (m^2)	仙台市	東京 23 区	名古屋市	大阪市	福岡市
15	293,520	8,101,504	1,626,292	5,802,073	2,075,279
80	301,630	7,069,618	1,511,598	5,992,674	2,135,086
150	258,520	6,769,437	1,405,079	4,978,951	1,944,800
200	263,264	6,760,066	1,414,334	5,025,042	2,046,052
400	303,372	7,253,374	1,702,758	5,626,692	2,166,652
800	327,120	8,259,936	1,823,840	6,182,461	2,412,632
1,000	358,600	9,405,130	1,739,100	6,258,730	2,261,260
1,500	329,475	9,129,870	1,758,765	6,642,300	2,255,745
1,800	385,632	9,874,188	1,838,142	7,011,828	2,353,338

表 2-18 屋上緑化の維持管理コスト単価

緑化形態	補正係数	コスト設定単価
芝生	0.4	2,534 円/ m ² ・年
地被+芝生	0.64	4,054.7
地被	0.88	5,574.8
芝生+地被+低木+中木 (標準)	1	6,335
芝生+地被+中低木+高木	1.4	8,869

表 2-19 屋上緑化のコスト

面積 (m ²)	緑化タイプ	設定単価 (円 / 年・m ²)	総コスト (円/ 年)
15	地被主体	5,574.8	83,622
80	芝生+地被+低木+中木	6,335	506,800
150	芝生主体	2,534	380,100
200	芝生+地被+中低木+高木	8,869	1,773,800
400	芝生+地被+低木+中木	6,335	2,534,000
800	芝生+地被+低木+中木	6,335	5,068,000
1,000	芝生+地被+中低木+高木	8,869	8,869,000
1,500	芝生+地被+低木+中木	6,335	9,502,500
1,800	芝生+地被+低木+中木	6,335	11,403,000

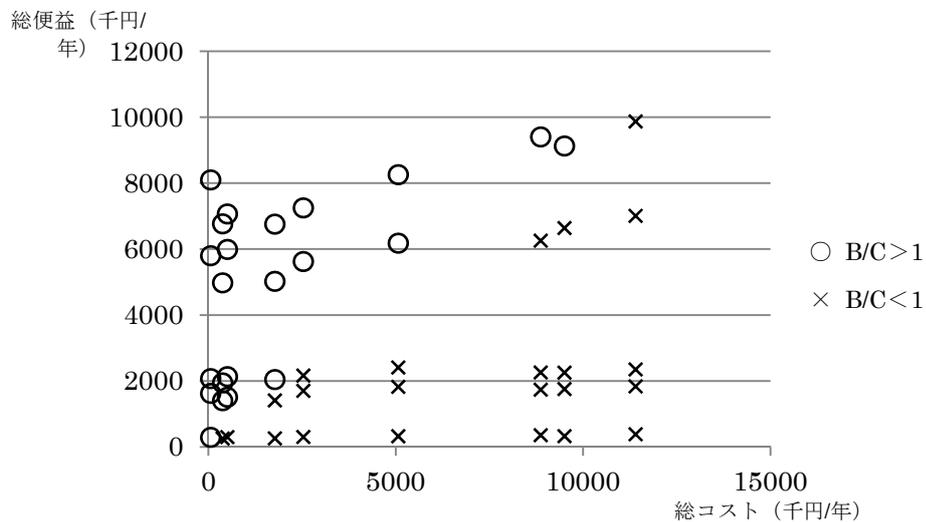


図 2-19 屋上緑化各事例の費用対効果

2.6 ケーススタディ(非緑化場所における新規緑化デザイン検討)

次に、緑化が施されていない人工地盤上に新たに建物緑化を計画する場合の事前評価のケーススタディを行う。取り上げる対象は、JR名古屋駅前広場近くの人工地盤である。ここは、駅前のロータリー近くの立地条件の良いところではあるが、写真 2-36 の奥に映っているような壁面

があり、これが人通りの多い駅前広場からの動線を狭め、しかも歩道から人工地盤面とは 2 m 近い高低差があるために通行する人はまばらである。このため、この殺風景な空間に新たに緑化を施すことを提案した。提案デザインは CG 画像（写真 2-37）のとおりである。

この緑化デザインでは、屋上緑化を 300 m²、壁面緑化を 200 m²新設することとしており、その便益を表 2-13（p.47）の回帰式をもとに算定し、併せてコストを次のように求めると、総便益は 2,275,435 円/年、総コストは 2,069,500 円/年となり、便益はコストを上回ると評価できる。このように新規に導入する緑化の場合に、本研究で検討した建物緑化の事前評価手法の適用が可能である。



写真 2-36 無緑化地区



写真 2-37 緑化デザイン提案

【便益とコストの計算】

総便益 (屋上緑化) WTP 平均値 = $16.584 \ln(300 \text{ m}^2) + 309.0 = 403.6$ 円
 $403.6 \text{ 円} \times 1/3 \times \pi \times (475.7 \text{ m} \times \sqrt{2/2})^2 \times 0.00679 \text{ 人/m}^2 \div 2.37 \text{ 人/世帯} \times 12 \text{ 月}$
 $= 1,643,199 \text{ 円/年}$

(壁面緑化) WTP 平均値 = $25.937 \ln(200 \text{ m}^2) + 86.755 = 224.2$ 円
 $224.2 \text{ 円} \times 1/3 \times \pi \times (395.9 \text{ m} \times \sqrt{2/2})^2 \times 0.00679 \text{ 人/m}^2 \div 2.37 \text{ 人/世帯} \times 12 \text{ 月}$
 $= 632,236 \text{ 円/年}$

$1,643,199 + 632,236 = 2,275,435$ 合計 2,275,435 円/年

総コスト (屋上緑化) $300 \text{ m}^2 \times 6,335 \text{ 円} = 1,900,500 \text{ 円/年}$
(壁面緑化) $200 \text{ m}^2 \times 8,450 \text{ 円} = 169,000 \text{ 円/年}$

合計 2,069,500 円/年

2.7 那覇市におけるケーススタディ

前項で本章での成果は全国の大半の建物緑化をカバーできるとしたが、しかしながら、それでもやはり 4 大都市圏と仙台市以外の都市で建物緑化を設置する可能性はあり、それが 4 大都市圏や仙台市とは気候や社会状況の異なる地域の場合には、当該地域で新たに CVM 調査を実施することが望ましい。特に、我が国は先進国としては珍しく亜熱帯地域が国土に含まれる。亜熱帯地域に位置する那覇市では、観光都市として都市緑化が進められ、最近では大規模な建物緑化を

有する那覇市役所新庁舎が竣工したばかりである。(図 2-20 参照：2013 年 1 月竣工)。那覇市において建物緑化の推進が今後も図られるためには、その効果的な事前評価手法を確立させることが重要である。このため、本項では、本章で実施した CVM 調査と全く同じ調査を那覇市においても実施し、那覇市における建物緑化の事前評価の基本単位となる情報を得ることとした。また、併せて、得られた事前評価の原単位を用いて、那覇新市庁舎のような特殊事例の評価への応用方策についての検討を試みることにした。



図 2-20 那覇市役所新庁舎パース（那覇市役所 HP より）

2.7.1 調査方法

4 大都市圏の調査と同じ CVM アンケート調査を那覇市において実施し、事前評価に必要な WTP 平均値や支払意思の及ぶ範囲などの原単位を求めるとともに、その結果を用いて、那覇市役所新庁舎の建物緑化の社会的便益費用を算出した。アンケート調査の実施は、短期間に調査・集計が可能であるインターネットを活用した WEB アンケート調査により、那覇市民 100 名を対象に 2010 年 2 月 4 日～15 日に実施した。

2.7.2 結果と考察

CVM による WEB アンケート調査から、那覇市の建物緑化の WTP 平均値については、表 2-20 及び図 2-21,2-22 の結果が得られた。また、受益者数を算定するために必要な、支払意思の及ぶ限度範囲（距離）を質問し、本質問によって求めた WTP の及ぶ範囲の平均値を表 2-21 に示す。

那覇市役所新庁舎は那覇市の中心部である旧市役所の位置に建て替えられ、高層化するとともに、屋上緑化（屋上緑化面積 2,600 m²）と、壁の四面に大規模な壁面緑化（壁面緑化面積 3,160 m²）を施したところに特徴がある。これらの面積規模を、図 2-21、2-22 の回帰式にあてはめれば WTP 平均値が得られ、これに表 2-21 に示される範囲に居住する者の世帯数を乗じていけば、当該建物緑化の社会的便益費用を導くことができる。ただし、WTP は建物緑化から離れるにつれて減少し、表 2-21 の支払意思の及ぶ限度範囲のところで 0 円になるはずである。これを数式化すると式 2-3 になる。那覇市役所新庁舎の屋上緑化（2,600 m²）の WTP 平均値は図 2-21 の回帰式より 537.56 円/月・世帯が導かれ、また、屋上緑化の利用距離の平均値（505.7 m）に、直線距離をグリッド式の道路行程に修正する係数（ $\sqrt{2}/2$ ）を乗ずると影響範囲の距離が導ける。これに那覇市の平均人口密度（0.00817 人/m²）や平均世帯員数（2.55 人/世帯）などを式 2-3 に

当てはめれば社会的便益費用が導かれる。

社会的便益費用（屋上緑化）

$$= 537.56 \text{ 円/月} \cdot \text{世帯(WTP 平均値)} \times 1/3 \times \pi \times (505.7 \text{ m} \times \sqrt{2} / 2)^2 \times 0.00817 \text{ 人/m}^2 + 2.55 \text{ 人/世帯} \times 12 \text{ 月} = 2,765,961 \text{ 円/年} \quad (\text{式 2-3})$$

表 2-20 那覇市における屋上緑化と壁面緑化の WTP 平均値

屋上緑化 (円/月・世帯)		壁面緑化 (円/月・世帯)	
面積 (m ²)	WTP 平均値	面積 (m ²)	WTP 平均値
15	419.41	30	231.18
80	436.63	100	221.25
150	401.68	150	261.36
200	355.58	220	276.18
400	467.39	350	290.68
800	492.83	400	299.21
1,000	522.53	480	296.70
1,500	550.90	630	293.65
1,800	555.0		

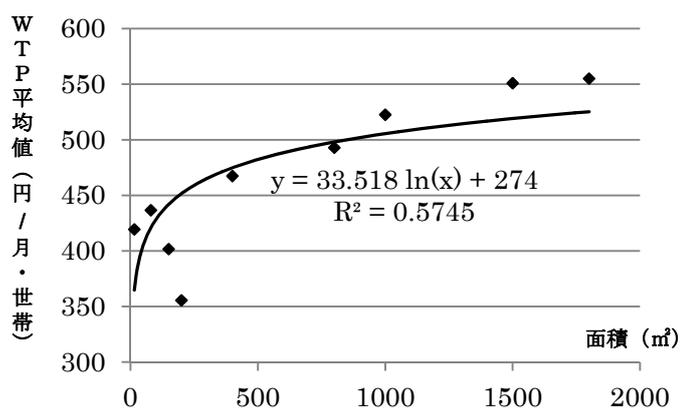


図 2-21 WTP 平均値(屋上緑化)

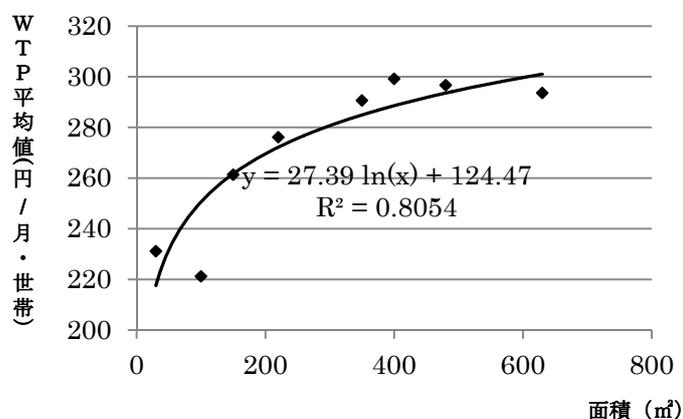


図 2-22 WTP 平均値(壁面緑化)

表 2-21 那覇市の 支払意思の及ぶ範囲

支払意思の及ぶ範囲(m)		人口密度 (人/m ²)	平均世帯員数 (人)
屋上緑化	壁面緑化		
505.7	535.3	0.00817	2.55

同様に、壁面緑化 (3,160 m²) の社会的便益費用は、図 2-21 の回帰式から WTP 平均値 345.19 円/月・世帯が求められ、これと表 2-21 の支払意思の及ぶ範囲を式 2-3 にあてはめると 1,776,140 円/年が得られ、これらを合算して年間 4,542,101 円が導かれる。ただし、ここで求められた便益は当該建物緑化の周辺居住者のみに基づく算定結果なので、その外部から市役所に訪れる利用者の便益を加える必要がある。市役所の年間利用者数は既往調査¹⁹⁾より 691,424 人/年が得られる。ここで、建物緑化の受益者が居住する周辺居住地面積は、屋上緑化の場合は $\pi \times (505.7 \text{ m} \times \sqrt{2} / 2)^2 \approx 40\text{ha}$ と求められ、同様に壁面緑化は 45ha が得られる。よって、屋上緑化周辺居住者と市役所利用者の重複者は 7,048 人 (691,424 人 [那覇市人口] \times [40ha \div 3924ha [那覇市面積]]) が求められる。よって、市役所訪問者を 684,376 人 (691,424 人 - 7,048 人) とし、式 2-4 から便益が算定できる。

那覇市役所訪問者による便益 (屋上緑化)

$$\begin{aligned}
 &= 537.56 \text{ 円/月} \cdot \text{世帯(WTP 平均値)} \times 684,376 \text{ 人/年 (市役所年間利用者)} \\
 &+ 365 \text{ 人 (市役所の場所に居住していると仮定した場合の延べ人数 : 1 年の日数に相当)} \\
 &\div 2.55 \text{ 人/世帯} \times 12 \text{ 月} = 4,743,183 \text{ 円/年} \qquad \qquad \qquad \text{(式 2-4)}
 \end{aligned}$$

同様に壁面緑化の便益を式 2-4 にあてはめて求めると 3,045,799 円/年が得られ、これらに先に求めた周辺居住者による便益 (4,542,101 円) を合算して、那覇市役所新庁舎の建物緑化の社会的便益額は 12,331,083 円/年が得られた。

以上のように亜熱帯地域という特殊な地域でかつ市庁舎という特殊事例の建物緑化の事前評価のケーススタディを実施したが、これで亜熱帯都市那覇市の基礎データを得るとともに、同様の手法により、他の特殊地域での事前評価を行うことも可能となる。

2.8 第二章の結論

建物緑化の CVM による建物緑化の評価結果をもとに、全国の建物緑化の大半が設置されている四大都市圏の代表都市である東京 23 区・名古屋市・大阪市・福岡市に加えて仙台市と那覇市においても調査を実施した。これらの CVM から得られた都市毎の WTP 平均値を求める回帰式と、その WTP の適用範囲及び当該都市の人口密度と平均世帯員数が得られたので、これらから建物緑化の都市毎の社会的便益を導く手法が得られた。

なお、建物緑化の事前評価が可能のように、建物緑化の面積を基準にしてその便益を求めてきたが、その結果、建物緑化の WTP は面積に応じて大きくなることが確認でき、面積と WTP の関係が対数関数にて近似することができた。建物緑化の面積と WTP の関係が対数関数で示されたことは、建物緑化の便益は一定以上の面積になると頭打ちになることを意味している。図 2-8

からは、屋上緑化の面積がおおよそ 300m^2 ほどから WTP が横ばい傾向に転じており、都市全体での建物緑化の効率的整備を図るという観点からは、1 か所あたり 300m^2 以内の小面積の建物緑化を多数整備する方が全体の便益が高くなるということになる。ちなみに、全国の屋上緑化の平均面積は 255.2m^2 であるので、整備実態はおおむね望ましい水準で整備がなされていることになる。

本章の結果からは、このように建物緑化の便益を増加させるには、設置面積を増やすことが必要であるという結果になったが、はたして基準指標を面積のみに置くのが妥当なのかなどについて次章以降で検証していく。

第二章の参考・引用文献

- 1) 愛甲哲也・崎山愛子・庄子康 (2008) ヘドニック法による住宅地の価格形成における公園緑地の効果に関する研究：ランドスケープ研究 71(5), pp.727-730
- 2) 庄子康 (2001) トラベルコスト法と仮想評価法による野外レクリエーション価値の評価とその比較：ランドスケープ研究 64(5), pp.685-690
- 3) 太田晃子・蓑茂寿太郎(2001) CVM による近隣公園の経済的価値評価の研究：ランドスケープ研究 64(5), pp.679-684
- 4) 庄子康(1999)自然公園管理に対する CVM (仮想市場評価法) を用いたアプローチ：ランドスケープ研究 62(5), pp.699-702
- 5) 平山豪・中井検裕・中西正彦 (2003) CVM による東京都における屋上緑化推進施策の評価：都市計画論文集 38(3), pp.595-600
- 6) 環境経済評価の実務(2000) 大野栄治編著：勁草書房, pp.85,94
- 7) 歴史的文化的価値を踏まえた高齢建造物の合理的な再生・活用技術の開発 (2009) 国土交通省国土技術政策総合研究所, pp.437-450
- 8) CVM を適用した河川環境整備事業の経済評価の指針 (案) (2007) 国土交通省河川局, p.37
- 9) コンジョイント分析による公園緑地の経済評価に関する効用関数等の検討業務報告書 (2005) 社団法人日本公園緑地協会, p.42
- 10) 環境評価ワークショップ 評価手法の現状 (1999) 鷺田豊明・栗山浩一・竹内憲司：築地書館, pp.66-67
- 11) 東京湾ゴミ処分場埋立地における仮想森林の評価-CVM (仮想市場評価法) 調査報告書 (2001) 岡田圭太、千年の森づくり実行委員会事務局
- 12) コンジョイント分析による建物緑化の経済的価値把握調査業務報告書 (2009) 独立行政法人建築研究所, p.53
- 13) 檀智之・畔柳耕一・中田泰輔・遠山貴之・佐藤信雄・長嶋佳孝・手塚晶夫 (2008) コンジョイント分析を用いた河川の流況改善事業に関する評価の一考察：土木学会平成 20 年度全国大会第 63 回年次学術講演会第Ⅶ部門, pp.221-222
- 14) 村中亮夫・中谷友樹 (2009) 社会調査データの収集方法が支払意思額に与える影響の検討—郵送調査と WEB 調査の比較分析：環境情報科学 38-1, pp.47-55
- 15) 屋上・壁面・特殊緑化技術コンクール 2007 年,2010 年受賞事例:財団法人都市緑化技術開発機構主催
- 16) 平成 22 年度 屋上緑化・壁面緑化の施工実績調査及び普及推進方策検討調査 (2011) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課, pp.14,15
- 17) 屋上緑化アンケート調査業務報告書 (2008) 独立行政法人建築研究所, p.35
- 18) NEO-GREEN④ (2004) (財) 都市緑化機構, p.83
- 19) 那覇市新庁舎基本構想策定支援業務報告書 (2008) 那覇市役所, pp.42-44

第三章

CVM 調査の妥当性の検証

第二章では、建物緑化の事前評価手法として CVM を使用した調査方法を設定し、その方法により全国の主要都市における建物緑化の事前評価に必要な基準値を得ることができた。ただし、CVM 調査は、直接被験者に支払意思を尋ねるために、その汎用性が広いものの、アンケート調査のシナリオなどに不備がある場合には各種のバイアスが生じやすく、信頼性が低いという欠点を持つ。

主なバイアスとしては、例えば、調査の結果が被験者の課税額に反映する可能性のある場合に、自らの負担が少なくなるような回答を行うもの（戦略バイアス）や、質問者に喜ばれるような回答をしてしまうもの（追従バイアス）、また、アンケートの質問内容の中に回答の手がかりを見出してしまっているバイアスがあり、これには、設問で最初に提示した金額に影響されるバイアス（開始点バイアス）や、設問の選択肢の金額範囲が支払意思額に影響するバイアス（範囲バイアス）などがある。他にも、シナリオの内容が十分に伝わらないことに起因するバイアスや、被験者のサンプル選定の不適切によるバイアス、さらに、支払意思額を尋ねる際に、寄付金ならばいいが税金ではいやだというように支払手段が回答に影響するバイアス（支払手段バイアス）などの他多くのバイアスが知られている。

支払手段バイアスを排除する方法として、抵抗回答を設問の選択肢に含めるということがなされる。抵抗回答とは、負担金を支払うという支払手段自体に反対したり、調査主体に対する抵抗感から回答を拒否しているものを指し、通常は支払意思額を尋ねる設問中に抵抗回答の選択肢があらかじめ設けられ、抵抗回答は集計票から除外される。これについては P34・35 において答の設定とその削除方法について言及したところである。

3.1 スコープテスト

バイアスのうち、CVM では特に包含効果が問題となる。包含効果とは、CVM によって得られる環境全体の評価値とその環境の一部の評価値とが有意に違わなくなっていることを意味する。CVM の調査結果は環境質の便益として定量的に示されるものなので、環境質の部分の評価値の総和が環境質全体の評価値に合致しなければならないはずであるが、包含効果は一部分の評価値と全体の評価値が同じとなっているわけで、正しく評価されていないことを意味する。包含効果は、CVM の調査結果においてはスコープ無反応性¹⁾として現れる。スコープ無反応性とは、評価対象の規模や範囲が変わっても支払い意思額が変わらない現象を指し、これはアンケート調査票が適正に出来上がっていない場合や、被験者がアンケートの内容をよく理解しないで回答したりすることにより生じることがある。また、アンケート実施者が意図した環境財に対する評価ではなく、被験者が環境が良くなることに対して何か貢献すること（負担金もしくは寄付金を支払うこと）自体に価値を見いだしてしまった場合、つまり自らが環境向上に貢献しているという倫理的満足感から支払意思額を決めてしまった場合には、環境財の量や質とは無関係にその額が決まってしまうため、やはりスコープ無反応性が生じてしまう。このため、通常は CVM 調査を実施する場合に、こうしたスコープ無反応性が生じたかどうかをチェックするためのスコープテスト¹⁾を行うことがある。プレテストでスコープ無反応性が確認された場合には、調査シ

ナリオの見直しが必要となる。

スコープテストの実施方法としては、説明変数の量に応じて支払意思額（目的変数）が増加しているか、また、説明変数の質の違いによって支払意思額が変化しているかの二点が検証される。

1. 評価対象の量の増加に伴って便益が増加しているか？
2. 評価対象の質の変化に伴って便益が変化しているか？

本研究で用いた CVM アンケート調査の結果は、第二章の図 2-8 (P43) のように、建物緑化の規模に応じて WTP が増加しており、スコープテストの一点目の観点であるところの量に応じた WTP の増加は確認できる。

二点目の観点の、評価対象の質に伴って WTP が増加するかについてを検証する前に、第二章で設計した CVM 調査について整理する。この調査で計測される WTP は、建物緑化が整備されることによる被験者の主観的な総合評価の値であり、そこには都市の景観や安らぎ感などのいわゆるアメニティの向上といった人が感覚的に得る効果が入っている。他にも、ヒートアイランド現象緩和や二酸化炭素の固定といった機能の評価も含まれると考えられるが、こうした機能は、建物緑化がそうした機能を持っているという知識が無ければ評価できない。なぜなら、建物緑化が存在することによって町全体の気温が低下したとは実感できないし、また、建物緑化が二酸化炭素を光合成で固定することを実際に見ることはできない。それ以前に植物の光合成には二酸化炭素が必要だという知識すら無かったら、そんな評価はなされないからである。つまり、CVM 調査で得られた WTP には、被験者の建物緑化に対する知識に裏打ちされた部分が存在すると想定される。もしもその前提が正しければ、建物緑化を評価する際に、被験者に対して提供する情報の内容が評価値に影響を与える可能性がある。

そこで本項では、建物緑化の機能を CVM で評価した場合に、被験者に与える情報がその評価値にどれほど影響するのか、また影響がある場合にはどのような情報がより影響が大きいのかということを明らかにすることを目的として、異なる情報を被験者に与えるという方法を用いた CVM 調査を実施することとした。

本調査の結果、異なる説明書を提示することによって被験者の評価額に変化が生じた場合には、それは異なる質の提示に対して被験者が反応したことを意味するため、それは同時に、本研究成果が、スコープテストの二点目の「評価対象の質の変化に伴って便益が変化しているか？」をクリアしたことを意味することになる。

3.2 異なる情報提供の影響調査（CVM）の実施

被験者への情報の提供の影響を把握する調査は、被験者を複数のグループに分け、それぞれのグループに建物緑化の有益性をアピールした説明文と、逆に建物緑化のマイナス面ばかりを強調した説明文をあらかじめ読ませ、両グループ間に WTP の差がどのように認められるかを調べることにした。さらに、与える情報の質によってどのような影響が出るのかについても調べるために、アメニティ向上・物理的環境改善・生物多様性確保の 3 種類の情報をそれぞれ別のグループ

に提示することとした。これによって、どの情報が最も宣伝効果として大きく影響するかが把握できる可能性もある。この結果、それぞれのグループに提示した説明書の内容は次の 5 種類である。

① **総合効用説明書**（使用添付写真枚数 12 枚）

建物緑化の持つ大きな機能であるアメニティ向上・物理的環境改善・生物多様性確保といった三つの機能を網羅的に説明したもので、具体的には、以下の②～④のそれぞれの説明書を要約して合わせた内容となっている。掲載写真も基本的にそれぞれから抜粋した。

② **ネガティブ説明書**（使用添付写真枚数 7 枚）

建物緑化についてのマイナス面ばかりを強調した説明書であり、具体的には、「荷重制限のある屋上での薄層緑化ではたいした蒸散量が見込めず、一般に言われているほど建物緑化はヒートアイランド現象緩和には役立たない。また、断熱性能の良い建物では建物緑化の冷房効率向上は期待できない。維持管理が適切になされていない建物緑化はかえって都市景観を阻害することもある。」という論旨からなる。

③ **アメニティ向上機能説明書**（使用添付写真枚数 10 枚）

「建物緑化は自然環境の乏しい都市内で安らぎや癒しの空間を形成し、都市の景観を向上させる。また、散策の場や子供の遊び場としても貴重である。さらに、菜園としての活用方法もあり、ストレス解消やコミュニティ醸成にも役立つ。」という論旨。

④ **物理的環境改善機能説明書**（使用添付写真枚数 9 枚）

「建物緑化は、都市のヒートアイランド現象の緩和に役立つばかりか、建物緑化を施した建物の熱効率が改善され、電気使用量の軽減や CO2 排出抑制にもつながる。加えて、大気の浄化や雨水の貯留、騒音の低減といった面でも効果がある。」という論旨。

⑤ **生物多様性確保機能説明書**（使用添付写真枚数 8 枚）

「建物緑化は都市の中で自然環境を確保するための貴重な空間となっている。また、生物多様性の観点からは緑地が広範囲に点在してネットワークを形成する必要がある、その意味からも建物緑化は有効である。また、四季の移ろいを感じさせ、環境学習の場としても活用できる。」という論旨。

なお、①の説明書は、第二章(P28)で掲載したものである。また、②から⑤の説明書本文については、次ページ以降にまとめて添付した。さらに、各説明書については、被験者の理解度を尋ねる設問を設けた。

アンケート本調査の実施は、WEB アンケートにより、東京 23 区内住民を対象として 2009 年 8 月 17 日～19 日の間で実施した。各々のグループの調査票数は 100 票（合計 500 票）である。WEB アンケート調査業務は専門業者に委託し、登録モニター 2,260 人に配信がなされ、うち 688 人から回答があり、ここからランダムに東京 23 区内の年齢構成に合わせて 500 票が抽出された。回答率は 30.4%だった。

◆建物緑化の効果

最近、建物の屋上や壁面に緑化をなされる事例が多いが、このような特殊環境はもともとそこが植栽基盤の存在するような場所ではないため、相当無理を重ねて植物を育成させている。しかも、にもかかわらず建物緑化は地上にある森と同じような効果は期待できないという構造的な問題をはらんでいる。

(都市のヒートアイランドの緩和効果)

東京などの大都市では、20世紀の間に平均気温が2~3℃も上昇した。これは、建物の空調システム(冷房)や電気機器、それに自動車などから排出される排熱の増加によるものであり、これに、建物や道路などの舗装面の増加とそれに伴う緑地の減少が、気温の上昇に拍車をかけている。これをヒートアイランド現象といい、一種の公害とみなされている。ヒートアイランド現象の緩和のためには、都市内に緑地を増やすことが有効と考えられており、オープンスペースに限りの

ある都市内においては、建物の屋上や壁面を緑化することが期待されている。しかしながら、国土交通省の研究では、東京23区内の建物について、緑化が可能なところを全て緑化したとしても、それによって都市の温度はわずか0.4℃しか緩和されないという結果が出された。が、この数字は体感的にはほとんどその効果が感じられない程度のものでしかない。しかも、荷重制限のある屋上では土層厚に限られ、加えて、灌水作業を減らすために乾燥に強いセダムなどの地被類が植えられることが多い。しかしながら、植物がヒートアイランドの緩和に資するのは、蒸散によって気化熱を奪うことによるので、こうした蒸散を殆ど行わない耐乾燥性植物にはもともと熱環境改善効果はあまり期待できない。

(建物内部の冷房効率の向上効果)

建物緑化によって屋内の冷房効率を上げるためには、緑化によって土壌をも含めた植物基盤が断熱材として機能する、あるいは十分な蒸散が期待できるような自然度の高い緑化がなされる必要がある。いずれの場合にも十分な土壌厚が必要になるが、しかしながら、それだけの荷重に耐えられるような建物ならば、たいていどの建物も性能の良い断熱材が設置されている。一方、断熱材が無くて屋上緑化が欲しい建物は、逆にその荷重には耐えられないという現実的なジレンマがある。つまり、特殊環境という制約の中では建物緑化は期待ほどの効果を上げられないという宿命を背負っている。



放置された建物緑化

(景観)

緑があればそれだけで景観が向上するわけではない。適正な管理がなされなければ、このような特殊環境では植物は育たず、建物が緑に覆われるということはない。写真のように、これでは景観上は逆効果である。

また、たとえ植物の育成が図られたとしても、やはり適正な維持管理が図られなければ、やがては単なる藪同然になってしまう。それは景観上も好ましくないが、それ以上に蚊などの害虫が発生するなど自然環境上も好ましくはない。このため、維持管理費のかかることを嫌うビルオーナーは、植物以外の素材(人工芝など)で屋上の集計に利用するケースも少なくない。それに、適正な維持管理がなされても、夏ヅタなどの落葉性の植物では、冬季における景観は、右の写真のようにみすぼらしいものになってしまう。

こうしたことから、建物緑化の導入にあたっては、冷静にその効果を考慮する必要がある。



セダム



失敗例



失敗例



人工芝

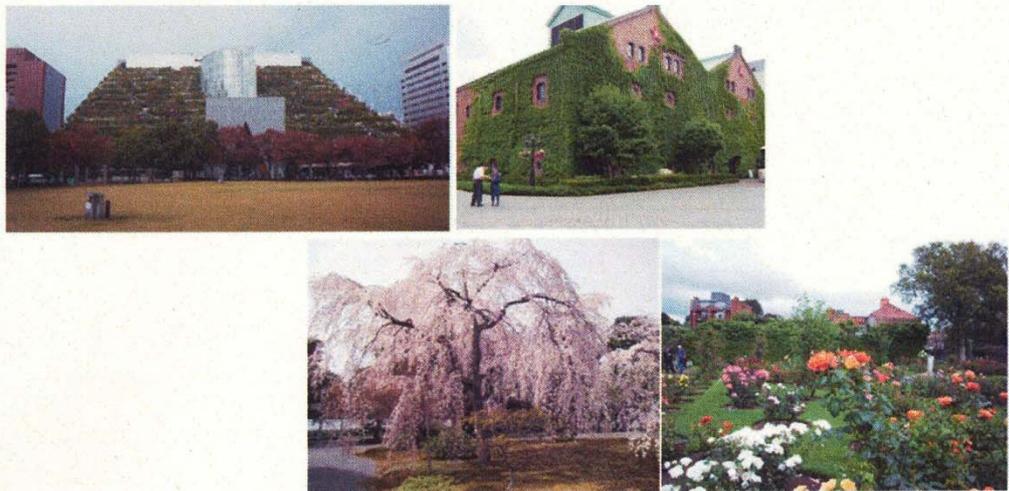


◆建物緑化の効果

自然の少ない都市の中において、樹木や花々などの緑は人々に安らぎと憩いの空間を与えてくれる。特に、空地の少ない市街地中心部では、屋上緑化や壁面緑化などの建物緑化が都市内の緑として様々な効用を果たしてくれる。建物緑化の空間は、まさに都市内のオアシスであり、癒しの空間であると言える。



建物緑化は安らぎの場の創出ばかりでなく、建物の景観を向上させ、ひいては都市全体の景観の向上にも役立つ。さらに、植物の生物としての特徴である四季の変化が、人々に季節の変化を感じさせるという効果もある。



建物の屋上は、人口密度の高い市街地においては貴重なオープンスペースであり、屋上緑化は子供の遊び場として、また人々の散策や軽い運動の場として有効に活用が図られる。



(財)花博記念協会写真

屋上は日照条件が良く、しかも階数の高い建物では害虫の侵入も防げるため、菜園としての活用にも適している。菜園におけるガーデニングは、ストレスの解消や健康維持、そして参加者同士によるコミュニケーションの醸成など、その効果は計り知れない。



こうした建物緑化の有する効用は、単に建物の管理者のみならず、広く社会全体に効用が發揮されるものであり、都市全体のアメニティ向上のために、今後一層推進されるべきものである。

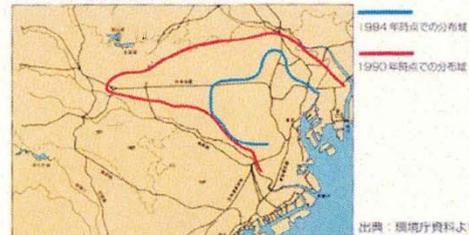
説明書（アメニティ向上効果）

◆建物緑化の効果

わが国は先進国の中では森林面積の率がずばぬけて高く、67%というおよそ国土の3分の2が森林で、北欧なみの数値となっている。そればかりか地形が複雑でかつ国土が南北に長いことから、多様な自然環境を有し、固有の生物種を有しているという特徴も持っている。

しかしながら、昨今の都市化の進展に伴い、都市内の自然は休息に失われつつある。生物の多様性は全ての生物の存立の基盤であり、また、人類は自然から多くの恵みを受けている。そうした観点からも生物多様性の維持は必要なことである。

DATA ● 3 東京におけるヒバリの後退



都市の中で生物の多様性を確保するためには、自然環境、とりわけ緑地の保全や創出が望まれている。そんな中でも建物の屋上や壁面を緑化することは、オープンスペースに限りのある市街地内では有効であると考えられている。

特に、生き物にとっては、緑地の量もさることながら、生息するためには緑のネットワークが重要であり、その観点からも、比較的どこでも設置が容易な建物緑化が果たす役割は大きい。

また、たとえ屋上緑化であっても、写真のように地面の上にいるかと錯覚するほどに自然度の高い緑地を造ることも十分に可能である。



建物緑化のもとに飛来する鳥や昆虫は、大都会の中心においても多数確認されている。さらに、こうした緑は四季の移ろいに伴って変化し、自然のサイクルを日々肌で感じることもできる貴重な場所ともなっている。



そして、こんな身近に接することのできる自然は、環境学習のフィールドとしてはもってこいの場所でもある。

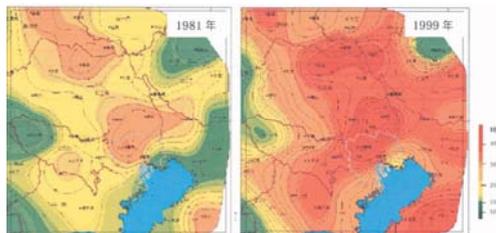


(財)花博記念協会提供写真

建物緑化によってその効用を享受するのは都市住民全てであり、今後、一層の推進が期待されている。

◆建物緑化の効果

昨今、地球温暖化が問題視されているが、地球全体の平均気温は、20世紀の間に約0.6℃上昇したとされる。しかし、それ以上に日本の東京などの大都市では、平均気温が2～3℃も上昇している。これは、建物の空調システム（冷房）や電気機、それに自動車などから排出される排熱の増加によるものであり、これに、建物や舗装面の



環境省資料より

と増加それに伴う緑地の減少が気温の上昇に拍車をかけている。これをヒートアイランド現象といい、一種の公害とみなされている。

また、ヒートアイランドによって、人々の不快さが増すことは当然のことながら、他にも光化学オキシダント生成の助長や局地的集中豪雨を引き起こす原因ともなっている。ヒートアイランドの緩和のためには、都市内に緑地を増やすことが効と考えられているが、オープンスペースに限りのある都市内においては、建物の屋上や壁面を緑化することが望ましい。



写真のように屋上緑化は砂漠のような都市の中ではオアシスのような存在であり、こうした緑化を増やすことが喫緊の仮題であると言える。

また、建物を緑で覆うことによって建物自体の熱効率の向上が期待できる。これによって冷房効率が上がり、排熱を押しさえるばかりか電気料の節約になり、結果的に発電による二酸化炭素排出の抑制にもつながる。

特に、蔓性植物を窓辺にカーテン状に設けたものを「緑のカーテン」と呼ぶが、これによって10℃も室温が緩和されたという実験結



果も報告されている。さらに、屋上を緑化することによる断熱効果により、屋内の冷房効率が上がるということも確認されている。

植物には、以上のような熱効率改善効果があるばかりか、そもそも二酸化炭素の吸収源になるため、省エネルギーによって削減された二酸化炭素以上に地球環境向上に貢献できる。加えて、建物緑化には、大気浄化や雨水の貯留機能、騒音の低減効果といった物理的・化学的な効用があり、ヒートアイランドの緩和、健康の維持・増進、ストレスの緩和、豪雨被害の緩和など、実に様々な効用を有する。



雨水の貯留機能

以上のように、地球環境時代における都市の環境向上のために、建物緑化には大きな期待が持たれている。そして、その取り組みは都市住民のみならず、地球全体の環境向上にも貢献することになる。

説明書（物理的環境改善効果）

3.3 異なる情報提供の影響調査（CVM）の結果

説明書の内容の異なるグループ毎の WTP 平均値を比較してみる。図 3-1、3-2 は、屋上緑化・壁面緑化それぞれにおける各グループの WTP 平均値を示している。屋上緑化の場合、回帰式から計算すると、最も評価の高かった物理的環境改善グループの値は、最も評価の低かったネガティブグループに比べて 16.1～23.1%も大きな値を示し、また壁面緑化の場合、最も大きな値を示した物理的環境改善グループの値は、ネガティブグループに比べて 21.2～32.3%も大きな値を示した。以上から、与える情報の質が被験者の評価に少なからず影響を与えたことが伺える。以上のように、本研究により建物緑化の価値を CVM で評価した場合には、与える情報の質によって被験者の評価が変化することが明らかになった。以上の調査は、建物緑化という環境財の性格上、被験者の建物緑化への理解度がその評価値に大きく影響するのではという仮定のもと実施された CVM 調査であり、その結果として、与える情報が WTP に大きく影響することが明らかになった。このことから、ここで使用された CVM アンケート調査票は被験者に理解され、かつ適切に建物緑化の価値そのものを評価していたことが伺える。こうしたことから、本調査ではスコープ無反応性は生じていなかったと見なすことができる。

表 3-1 与えた情報による WTP 平均値の比較（屋上緑化）

面積 (m ²)	グループ毎の WTP 平均値 (円/月・世帯)				
	総合	物理的環境	生物多様性	アメニティ	ネガティブ
15	413.54	529.34	498.25	473.23	425.62
80	410.96	520.97	473.90	444.23	438.28
150	387.19	493.59	456.79	438.39	400.15
200	372.29	464.53	448.32	420.0	406.85
400	411.39	505.98	485.27	463.87	409.39
800	442.08	533.06	506.74	504.24	460.61
1,000	503.75	566.0	587.15	538.61	501.69
1,500	487.63	576.29	564.14	542.47	448.02
1,800	490.05	599.53	565.44	565.05	499.58

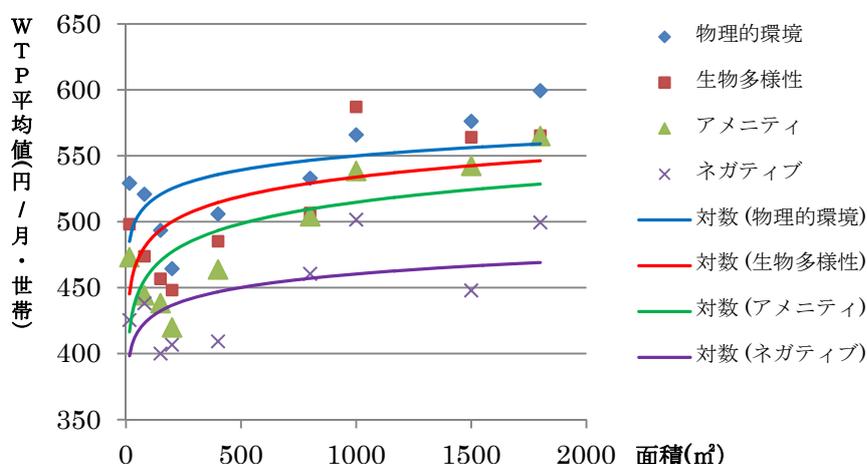


図 3-1 与えた情報による WTP 平均値の比較（屋上緑化）

表 3-2 屋上緑化の回帰式

グループ	回帰式	決定係数
物理的環境	$y=15.441 \ln(x)+443.28$	$R^2=0.3226$
生物多様性	$y=21.085 \ln(x)+388.22$	$R^2=0.4227$
アメニティ	$y=23.414 \ln(x)+353.05$	$R^2=0.5$
ネガティブ	$y=14.779 \ln(x)+358.31$	$R^2=0.3705$
総合	$y=21.422 \ln(x)+312.15$	$R^2=0.4901$

表 3-3 与えた情報による WTP 平均値の比較 (壁面緑化)

面積 (m ²)	グループ毎の WTP 平均値 (円)				
	総合	物理的環境	生物多様性	アメニティ	ネガティブ
30	211.0	322.99	248.64	261.63	247.84
100	208.17	331.54	254.31	229.23	229.70
150	212.30	335.62	296.94	259.89	257.63
220	232.90	340.82	284.88	268.0	255.40
350	270.05	355.57	304.04	271.24	275.13
400	292.75	394.0	315.95	311.67	258.12
480	298.05	413.67	311.69	328.12	268.45
630	285.68	410.40	309.35	275.62	269.44

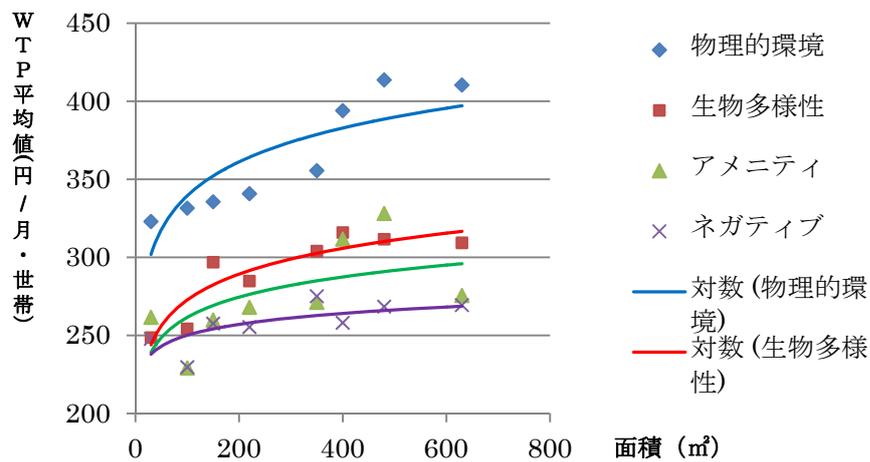


図 3-2 与えた情報による WTP 平均値の比較 (壁面緑化)

表 3-4 壁面緑化の回帰式

グループ	回帰式	決定係数
物理的環境	$y = 31.28 \ln(x) + 195.42$	$R^2 = 0.7106$
生物多様性	$y = 23.854 \ln(x) + 162.87$	$R^2 = 0.8371$
アメニティ	$y = 18.661 \ln(x) + 175.65$	$R^2 = 0.3633$
ネガティブ	$y = 10.093 \ln(x) + 203.61$	$R^2 = 0.4952$
総合	$y = 33.543 \ln(x) + 71.573$	$R^2 = 0.7323$

3.4 屋上緑化効果の限界効用逓減性の検証

一般に消費財は、財の消費量が増えるにつれて財の追加消費分から得られる効用は次第に小さくなると思われ、これは限界効用逓減の法則として知られる性質である。建物緑化などの社会インフラについての効用も、その周辺における同種の社会インフラの存在状況によって変わってくるものと考えられる。例えば、同じ規模の建物緑化の効用は、周辺に多数の建物緑化が存在する場合よりも、周辺に全く建物緑化が存在しない場合の方が高くなることが予想される。建物緑化に限らず、他の環境インフラ、例えば都市公園や都市緑地などについても同様の傾向が想定される。ところが、前章で設計した CVM 調査は、建物緑化の立地場所と居住地との距離に応じて WTP が減少することに言及しているものの、受益者が利用する建物緑化が周辺に 1 カ所であることを前提に論じている。平山ら²⁾の研究も、集合住宅の建物緑化を CVM を用いて評価しているが、やはりその周辺の建物緑化についての言及はない。しなしながら、平山らの研究では被験者の住環境に対する緑満足度が高いほど建物緑化に対する WTP が低くなる傾向を指摘しており、限界効用逓減性という名称を引用せずとも、実際には限界効用逓減性の存在を意識した調査となっている。また、岡崎ら³⁾の研究では、ヘドニック法を用いて横浜市内の地価と一定範囲内の公園緑地率との関係を論じているが、これもやはり緑地などの限界効用逓減性の存在を前提にしたものである。

このように、建物緑化の評価を行う場合に、被験者居住地の周辺に存在する建物緑化の数によっては被験者の評価が異なる可能性が想定される。今後、CVM によって建物緑化の社会的便益を把握する場合に、その周辺状況、つまり周辺に同種の建物緑化の存在がどれだけその評価値に影響を及ぼすかを把握しておくことは重要である。このため、本項では、建物緑化の周辺に類似の他の建物緑化がある場合と無い場合を想定した CVM 調査を実施することにより、建物緑化の社会的便益に係る限界効用逓減性の検証を行うことを目的とした。

3.4.1 調査方法

まず建物緑化を評価対象とした CVM 調査の設計を行う必要がある。本研究では、第二章で設計した CVM アンケート調査票をベースにして、歩いて行ける範囲に類似の建物緑化の存在する箇所数を変えた CVM 調査票を複数作成し、その調査実施結果を比較することによって建物緑化の限界効用逓減性の検証を行うこととした。

ここで、CVM 調査を実施するにあたって、周辺にどれだけの建物緑化が存在するかというケースを想定しなければならない。国土交通省が毎年実施している建物緑化実態調査⁴⁾では、平成 21 年度における東京都の屋上緑化面積は 1,023,290m²、4,366 か所という数値が示されている。ちなみに、本報告書では東京 23 区とそれ以外の区分はなされていない。このデータから屋上緑化の密度を求めると、東京都全体では約 50 ha に 1 か所(218,765 ha÷4,366 か所)の建物緑化が存在することになる。また、都市計画区域(174,390.8 ha)と市街化区域(107,791.3 ha)に限れば、それぞれ 39.9 ha に 1 か所、24.7 ha に 1 か所 という値が得られる。一方、第二章表 2-15 (P48)には、東京 23 区内の屋上緑化の利用者の歩いていく限界利用距離 693.5 m と利用可能範囲の算定式 (p.49) が示されているので、式 3-1 により 1 つの建物緑化の歩いて行ける範囲の利用圏域面積は約 75.4ha という値が得られる。

$$\text{屋上緑化 1 か所あたりの利用可能範囲面積(m}^2\text{)} = \pi \times (693.5 \text{ m} \times \sqrt{2} / 2)^2 = 754,851.3 \text{ m}^2$$

(式 3-1)⁵⁾

つまり、密度からすれば、現在において東京都内には既に概ね歩いて行ける範囲に約 1.5 か所(75.4 ha ÷ 50 ha)の建物緑化の整備がなされていることになり、また、都市計画区域に限れば約 1.9 か所(75.4 ha ÷ 39.9 ha)、さらに市街化区域に限れば、歩いて行ける範囲に 3 か所程度(75.4 ha ÷ 24.7 ha)の整備がなされていることになる。そこで、CVM を実施するに際して、設定する建物緑化密度は、歩いて行ける範囲にそれぞれ 1 か所、2 か所、5 か所の建物緑化が存在するという 3 ケースを設定して、1 か所あたりの WTP を尋ねることとした。

なお、アンケート調査の実施にあたっては、被験者には建物緑化が存在する箇所数が十分に認識されないといけなないので、アンケート調査の質問画面直前に示す回答方法の説明文のところで、近くに建物緑化が何カ所存在しているという条件のもとで、これから示す建物緑化 1 箇所に対して幾らまでなら負担金を支払うことができるかを回答するよう朱書で明記した。さらに、全ての各質問文にも、周辺に存在する建物緑化の箇所数と、負担金支払いの対象は 1 箇所であることを明記した。こうして、周辺に存在する建物緑化数の異なるそれぞれ三種類のアンケート票を作成し、それぞれ別の被験者(200 名ずつ)に対してアンケート調査を実施したが、その方法は短期間に調査・集計が可能であるインターネットを活用した WEB アンケート調査により実施した。

調査は、2011 年 1 月 14 日～1 月 19 日に、東京 23 区住民(600 名)に対して実施した。WEB アンケート調査は専門の業者にその実施を委託したが、この場合、登録モニターが比較的若い世代が多いため、東京 23 区の年齢構成及び男女比率に合わせて被験者の年齢構成数と男女数を設定し、これと同数の回答票数が提出された。こうしてアンケート調査から得られた各グループの WTP 平均値を比較することにより、建物緑化の限界効用逓減性の検証を行った。

3.4.2 調査結果

アンケート調査で得られた WTP 賛同者数を表 3-5 に示す。アンケートの回答方式は選択肢の中から金額を選択する支払いカード方式に拠ったが、集計上は、選択した金額よりも低い金額についても被験者は賛成しているということになるので、選択した金額欄以下の金額は全て賛成票

表 3-5 WTP 賛同者数集計表 (屋上緑化 15m²)

(単位：人)

WTP (円)	0	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000
1カ所	193	158	151	147	129	71	60	30	6	6
2カ所	187	160	145	142	125	78	53	26	3	2
5カ所	191	159	150	142	127	75	60	31	2	2

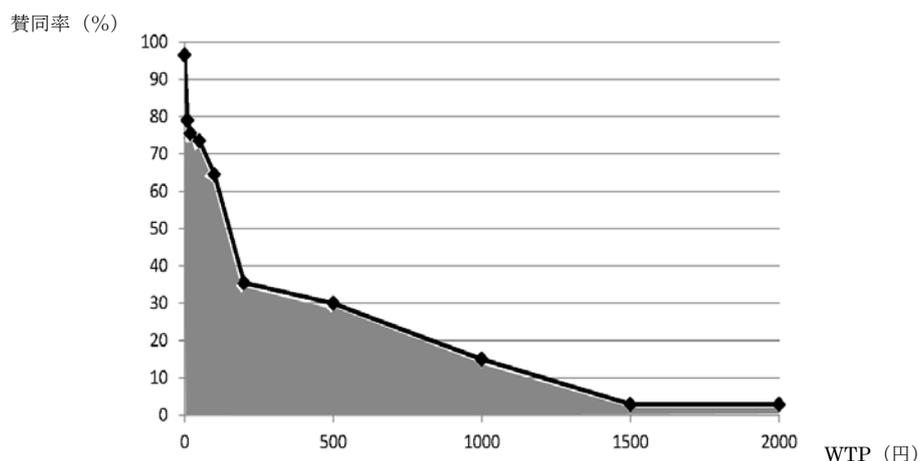


図 3-3 賛同率曲線(屋上緑化 15m² : 1ヶ所のケース)

扱いとなり、その結果、表 3-5 のように、支払い意思額が増えるに従って、賛同者が減少する結果となる。表 3-5 で各グループの被験者合計は 200 名とはなっていないが、それは抵抗回答があるためである (集計上は抵抗回答は母数に含めない)。

図 3-3 は屋上緑化の 15 m² についてのみの結果である。この他の面積規模及び周辺状況の異なる建物緑化事例については、それぞれ表 3-5 及び図 3-3 と同様の集計作業を行わなければならない。このため、結果的に合計 17 通り (屋上緑化 9 通り + 壁面緑化 8 通り) の作業を行わなければならないことになる。

こうして求めた、異なる周辺状況のグループ毎、及び面積事例毎に得られた WTP 平均値を表 3-6 に、さらにこれらの WTP 平均値を屋上緑化と壁面緑化毎にそれぞれ図 3-4、3-5 に示した。

それぞれの図上の近似線の回帰式は表 3-7 のとおりである。図 3-4、3-5 からは、被験者各グループの評価には顕著な差は見られない。特に、屋上緑化の 1 カ所グループと 2 カ所グループの近似線、及び壁面緑化の 2 カ所グループと 5 カ所グループの近似線が近いので、それぞれに有意な差があるかについての検定を実施した。

ところで、図 3-4、3-5 で示した調査結果で、それぞれの座標の一つ一つが個別の CVM 調査の結果を示している。それは、もともとこのアンケート調査は、面積の異なる複数の建物緑化それぞれについて CVM を用いて WTP を求め、建物緑化の面積と WTP 平均値との関係を導くことが主眼となっているためである。このため、検定はそれぞれの座標を導き出した各 CVM 調査毎に、その根拠データに遡って行わなければならない。

検定には、まず、屋上緑化の面積 15 m² の場合で建物緑化数が 1 カ所のグループと 2 カ所の

グループ、それに 5 か所の 3 つグループのそれぞれの被験者が示した WTP 平均値からなる集合の母集団の平均値の検定を、表 3-5 のデータを用いて実施する。帰無仮説は「それぞれのグループの母集団の平均値は等しい」、対立仮説を「それぞれのグループの母集団の平均値は等しくない」と設定し、表 3-5 のデータを使ってクラスカル・ワーリス検定を行った。結果は、表 3-8 の 15 m² の欄のとおり、P 値は 0.91567 を示し、帰無仮説は棄却されず、有意差は認められなかった。すなわち、屋上緑化の面積 15 m² の場合の 1 か所のグループ・2 か所のグループ・5 か所のグループの WTP 平均値には差がないと結論づけられる。同様に他の規模のケースも全てクラスカル・ワーリス検定を行い、その結果を表 3-8、3-9 に示したが、このように全てのケースで有意差無しという結論が得られた。

以上のように、本調査で設定した建物緑化の密度水準では、各グループの WTP に有意差はみられなかったが、今後さらに建物緑化の整備が進んだ場合には、本研究で想定した居住地周辺に 5 か所をはるかに超えた密度の整備がなされる可能性がある。その場合には限界効用逓減性が顕著に現れる可能性も否定できないので、引き続きその検証が必要と考える。

なお、既往研究⁶⁾で、居住地の緑の量の違いが公園緑地に対する支払い意思額に影響を与えるかどうかについて検証を行っているが、この研究でも居住地周辺の緑の量と支払い意思額との関係性は確認されておらず、それは本研究の建物緑化の限界効用逓減性の検証結果と合致するところである。なお、今回の調査で限界効用逓減性が確認されなかったのは、限界効用逓減性が顕示されるだけの建物緑化密度に達していなかったというわけではなく、そもそも建物緑化には、周辺の建物緑化箇所数に関する限界効用逓減性が働かないという可能性も否定できない。

3.5 第三章の結論

本研究では、建物緑化の評価手法として、評価対象の存在価値までも評価が可能な CVM を採用したが、CVM はバイアスが入り込みやすいという欠点があるため、本章ではその妥当性をスコープテストと呼ばれる方法にてチェックを行った。一般的には、説明変数の量と質の変化に応じて WTP が増加するかという観点でチェックを行うことになるが、本研究では、特に説明変数の質について、内容が異なる建物緑化の説明書を被験者に示すことにより、その評価値 (WTP) が異なることを確認した。このスコープテストの実施により、第二章で設計した CVM 調査手法の妥当性が確認できた。

また、建物緑化を設置する際に、その周辺に複数の建物緑化が存在する場合とそうでない場合とでは、限界効用逓減の法則から、1 か所あたりの建物緑化の便益評価値が異なってくる可能性があった。このため、周辺に類似の建物緑化が存在すると仮定した CVM を複数実施し、それらの WTP 平均値の結果を比較することにより限界効用逓減性の検証を行った。調査の結果、周辺に建物緑化が存在しない場合と他に 1 か所存在する場合、さらに他に 4 か所存在する場合では、有意な差は見られなかった。以上から、スコープテスト及び限界効用逓減性の観点からして、第二章で実施した CVM の調査方法には問題が無かったと結論づけられた。

なお、屋上緑化効果の限界効用逓減性の検証については、周辺に建物緑化があれば当然に 1

ヶ所あたりの便益は下がることが予想されたが、結果はそうはならなかった。場合によると、建物緑化のような都市の緑地インフラに対するニーズは、限界効用逓減性が働かない特性を有し、周辺環境や個人属性などよりも個人の主体的価値観によるところが大きいのかもしれない。すなわち、人が緑を指向する度合いは、例えば、居住地周辺の緑地環境が 3 割あれば満足し、それに足りない分を緑化で補おうとするものではなく、また、同時に、誰もがおおむね同じような

表 3-6 WTP 平均値 (円/月・世帯)

No.	面積 (m ²)	建物緑化数		
		1カ所	2カ所	5カ所
屋上緑化				
Q1	15	375.71	351.46	360.10
Q2	80	357.14	329.52	343.38
Q3	150	333.71	328.28	349.34
Q4	200	320.52	333.24	311.04
Q5	400	345.0	365.48	348.29
Q6	800	382.73	406.23	367.23
Q7	1,000	395.33	415.08	395.13
Q8	1,500	388.91	406.88	382.62
Q9	1,800	422.22	404.75	382.86
壁面緑化				
Q10	30	208.55	183.81	187.54
Q11	100	186.53	167.77	181.76
Q12	150	200.47	176.43	202.64
Q13	220	220.05	190.23	197.42
Q14	350	231.19	192.79	200.08
Q15	400	229.53	213.50	214.56
Q16	480	229.87	207.40	205.79
Q17	630	221.59	211.57	207.16

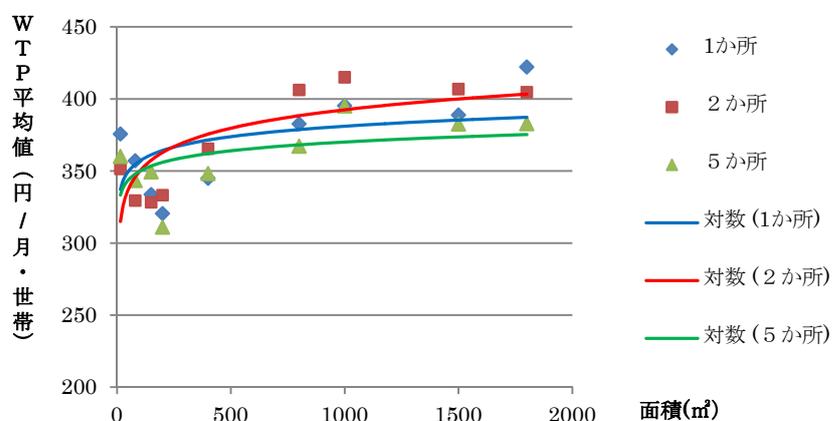


図 3-4 WTP 平均値 (屋上緑化)

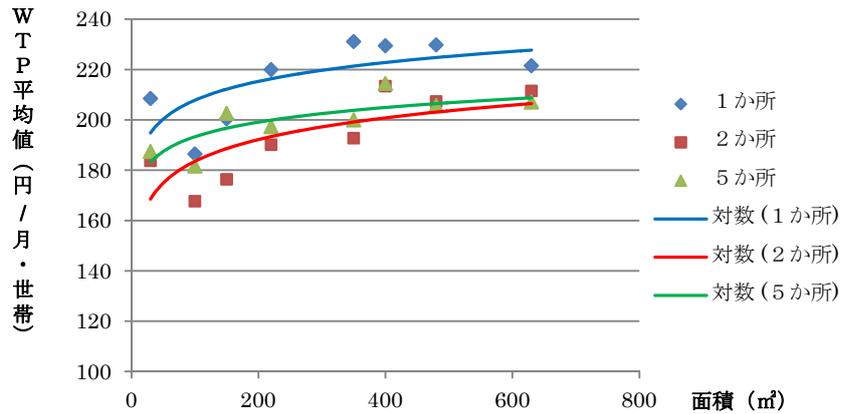


図 3-5 WTP 平均値 (壁面緑化)

表 3-7 回帰式一覧表

箇所数	屋上緑化	壁面緑化
1 箇所	$y=10.456 \ln(x)+308.86 \quad R^2=0.2536$	$y=10.81 \ln(x)+158.03 \quad R^2=0.4509$
2 箇所	$y=18.456 \ln(x)+265.01 \quad R^2=0.6085$	$y=12.463 \ln(x)+126.13 \quad R^2=0.5517$
5 箇所	$y=8.7734 \ln(x)+309.51 \quad R^2=0.2882$	$y=8.3911 \ln(x)+154.64 \quad R^2=0.6198$

表 3-8 検定結果 (屋上緑化)

面積(m ²)	P 値	判定
15	0.91567	有意差なし
80	0.89981	〃
150	0.91700	〃
200	0.93543	〃
400	0.91190	〃
800	0.72314	〃
1,000	0.96934	〃
1,500	0.97541	〃
1,800	0.46025	〃

表 3-9 検定結果 (壁面緑化)

面積 (m ²)	P 値	判定
30	0.85144	有意差なし
100	0.73869	〃
150	0.52477	〃
220	0.49765	〃
350	0.63543	〃
400	0.78432	〃
480	0.65425	〃
630	0.82244	〃

傾向を有するものでもないということなのかもしれない。そうならば、ある者にとっては緑地環境などは殆ど必要なく、また別の者にとっては緑地環境は無くてはならないもので、たとえ居住地周辺の8割が緑地であったとしてもまだ満足できないといったものなのかもしれない。この建物緑化の特性については、第七章においても類似の建物緑化の傾向が伺える調査結果が得られたので、そこで再び考察したい。

第三章の参考・引用文献

- 1) 外部経済評価の解説（2004）国土交通省国土技術政策総合研究所, pp. 23-25
- 2) 平山豪・中井検裕・中西正彦（2003）CVM による東京都における屋上緑化推進施策の評価:都市計画
論文集 38(3), pp.595-600
- 3) 岡崎ゆうこ・松浦克己（2000）社会資本投資、環境要因と地価関数のヘドニックアプローチ：横浜市に
おけるパネル分析、会計検査研究 22, pp.47-62
- 4) 屋上緑化等の緑化施設に係る整備推進方策検討調査（2011）国土交通省都市・地域整備局, pp.14
- 5) 加藤真司・石井儀光・有川智・鈴木雅和・鈴木弘孝（2011）CVM による建物緑化の社会的便益評価及
び季節バイアス研究：造園技術報告集 2011,pp. 62-65
- 6) コンジョイント分析による公園緑地の経済評価に関する効用関数等の検討業務報告書（2005）社団法人
日本公園緑地協会, p.60

第四章

建物緑化のデザイン性要素の抽出・評価

本研究で設計した CVM 調査については、建物緑化の面積規模に応じた WTP 平均値の増加傾向が伺えたので、建物緑化の面積規模と CVM 調査による評価値の間には高い相関関係があるという蓋然性は認められた。しかし、本 CVM 調査では、複数の建物緑化の事例写真をもとに評価したため、当然ながら、どの事例写真も敷地の形状や植栽形態などが異なっており、こうした個々の意匠デザインの異なる写真事例を比較しても、それらの意匠性がバイアスとなる可能性があるのではないかという疑問は残る。このため、こうした建物緑化の個々の意匠デザイン性が、どれだけ CVM 調査の評価に影響を与えるかを検証しておく必要がある。

面積規模以外の屋上緑化の価値を決める要素としては、以下に列挙したように、屋上緑化の意匠デザインの優劣性や、屋上緑化が設けられた建築物の形状や周辺状況などの基盤条件が想定される。また CVM を用いて評価する場合には、調査実施上のバイアスも要素の一つとして考えられる。

建物緑化の価値を規定する評価要素（プロファイル）

1. 緑化面積
2. 意匠デザイン性
3. 現地基盤条件（建物形状、周辺状況など）
4. その他（調査測定上のバイアス）

そこで、本章では、CVM によって屋上緑化の評価を行う場合に、その評価要素の一つである意匠デザインの優劣性がどれだけその評価値に影響を与えるのかを検証してみることにする。

4.1 研究方法

第二章で設定した CVM 調査は、建物緑化が【無い】状況と【ある】状況を表現した 2 枚の事例写真（カラー写真）を並べ、それを被験者が比較し、一世帯当たりかつ一ヶ月当たりの負担金として WTP を表明する方法を採用した。また、写真（屋上緑化 9 事例と壁面緑化 8 事例）は特定の建物に限定したものではなく、あくまで一般的な事例として複数の事例を提示し、それぞれについて WTP を尋ねている。アンケート調査は、2009 年 8 月にインターネットを活用した WEB アンケート調査により東京 23 区内の住民を対象に実施したが、この調査結果としては、図 4-1 のように面積と WTP 平均値の回帰式が得られた。この図で、それぞれの WTP 平均値の座標点と回帰式との差、すなわち座標点のバラツキは、各事例写真の意匠デザインの優劣性や、屋上緑化の立地する基盤条件（立地する建築物の形状や立地条件）、そして調査上のバイアスなどとみなせる。

ここで、表 4-1 のようにそのバラツキの絶対値（意匠デザインの優劣性等）と、屋上緑化の面積に基づいて増加する WTP 平均値の量（回帰式から求めた面積 15 m²における WTP 平均値を基点とし、同じく回帰式から求めた各面積の WTP 平均値と基点との差）を抽出し、図 4-2 でその量を比較してみた。

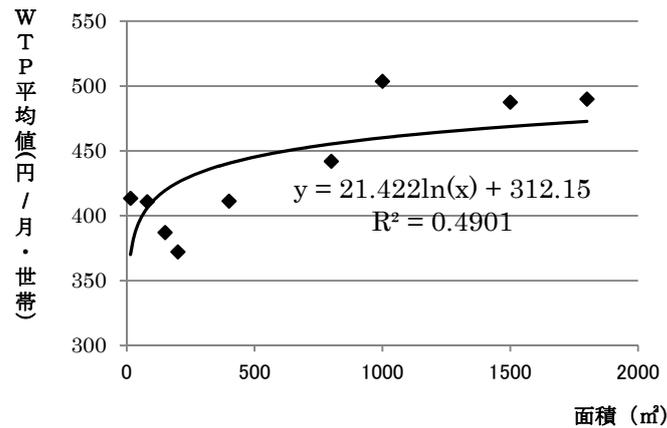


図 4-1 屋上緑化の面積規模と WTP 平均値との関係

図 4-2 で示した各要素の面積計算は式 4-1 より求めた。また、各サンプル間の幅は 1 に設定している。なお、図 4-2 では、図上で示すそれぞれの要素の量の比較が分かりやすいように、表 4-1 で示した「A-B の絶対値」の小さい順にサンプル番号をつけている。

$$S = \sum_{n=1}^9 \{(x_n + x_{n+1}) \div 2 \times h\} \quad h=1 \text{ と仮定} \quad (\text{式 4-1})$$

表 4-1 屋上緑化の WTP 平均値の要素の抽出 (単位: 円/月・世帯)

面積 (m ²)	WTP 平均値 (A)	回帰式による WTP 平均値 (B)	A-B の絶対値 (C)	屋上緑化面積に応じた WTP 増加量 (D)
15	413.54	370.16	43.38	0
80	410.96	406.02	4.94	35.86
150	387.19	419.49	32.30	49.33
200	372.29	425.65	53.36	55.49
400	411.39	440.50	29.11	70.34
800	442.08	455.35	13.27	80.19
1,000	503.75	460.13	43.62	89.97
1,500	487.63	468.81	18.82	98.65
1,800	490.05	472.72	17.33	102.56

※D は、回帰式から面積 15 m²における WTP 平均値と、回帰式から求めた各面積との WTP 平均値との差

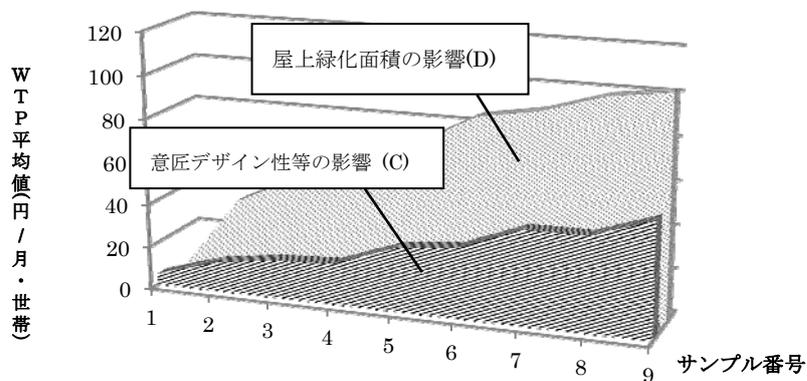


図 4-2 WTP に与える影響度合の差

図 4-2 で示された各々の要素が示す図上の面積は、それぞれ屋上緑化の面積及び意匠デザイン性の優劣性等が WTP 平均値に与えた影響の度合いとみなせる。その面積は、屋上緑化面積に応じて増加した WTP 平均値総量は 536.11 に、意匠デザイン性等によって影響された WTP 平均値総量は 256.13 となり、これからそれぞれの面積比は 67.67%と 32.33%が得られる。

4.2 意匠デザイン性の除去方法

図 4-2 で示された「意匠デザイン性等」には、意匠デザイン性・建物の形状や立地条件などの基盤条件・調査バイアスなどが含まれるが、ここから意匠デザイン性を省くためのアンケート調査を設計する。その調査は、先に説明してきた CVM 調査をベースにして、写真上で意匠デザインが全く同じ事例を造りだし、その事例を用いた CVM 調査を実施することにより、意匠デザイン性という要素が評価値のどれだけを占めるかを算定することが可能となる。

意匠デザインが全く同じ事例を造りだすために、具体的には、写真 4-1~4-9 のように、屋上緑化に芝生のみを張った状況を設定することとした。こうすればデザインの優劣性は同じとみなせる。なお、実施した CVM 調査では、写真は全てカラー写真を使用した。

意匠デザインを芝生のに統一した比較写真

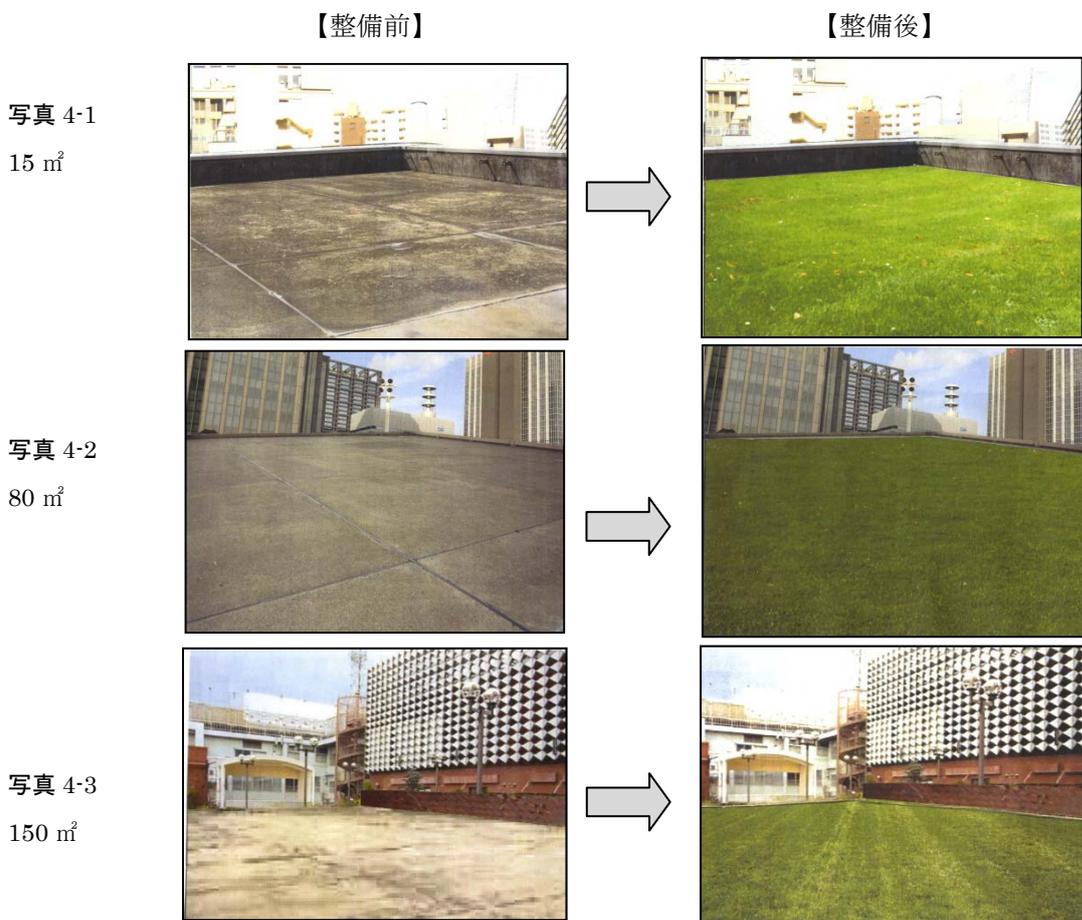


写真 4-4
200 m²



写真 4-5
400 m²



写真 4-6
800 m²
写真：
国土交通省提供



写真 4-7
1,000 m²



写真 4-8
1,500 m²

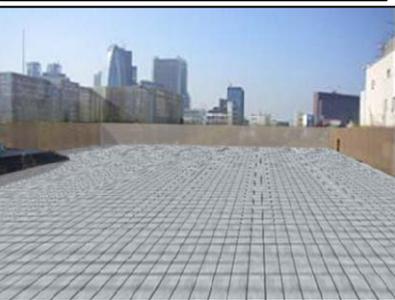
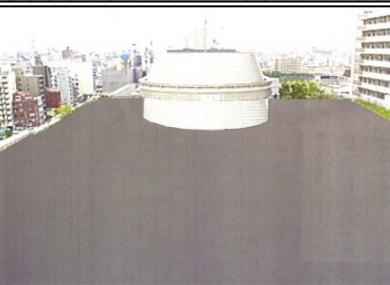


写真 4-9
1,800 m²



このCVM調査は、2009年8月17日～8月19日の間でWEBアンケート調査にて実施した。東京23区内居住者の431名に対して配信がなされ、131名から回答があり、そこから、東京23区の年齢構成・性別の割合に沿ってランダムに100名が抽出された。得られた芝生のみの上屋緑化のWTP平均値は表4-2のとおりである。この結果を図4-3に示す。

図4-3に示された各プロット点について、表4-1と同様に、回帰式と各プロットの乖離量の絶対値と、屋上緑化の面積に基づいて増加したWTP平均値の量を抽出し、表4-3でその量を比較してみた。この調査は芝生のみの上屋緑化の評価を行ったものなので、表4-3中の乖離量(C)の原因となるバイアスの中には、個別事例の意匠デザイン性が含まれず、Cが示すのは、建物の形状や立地条件などの基盤条件と調査バイアスなどとみなせる。表4-3のCとDを、図4-2と同様に値の小さい順に並べて表示したのが図4-4である。

表4-2 芝生のみの上屋緑化のWTP平均値 (単位: 円/月・世帯)

面積 (m ²)	WTP 平均値
15	426.99
80	404.02
150	394.08
200	407.99
400	441.99
800	483.72
1,000	498.42
1,500	513.47
1,800	518.57

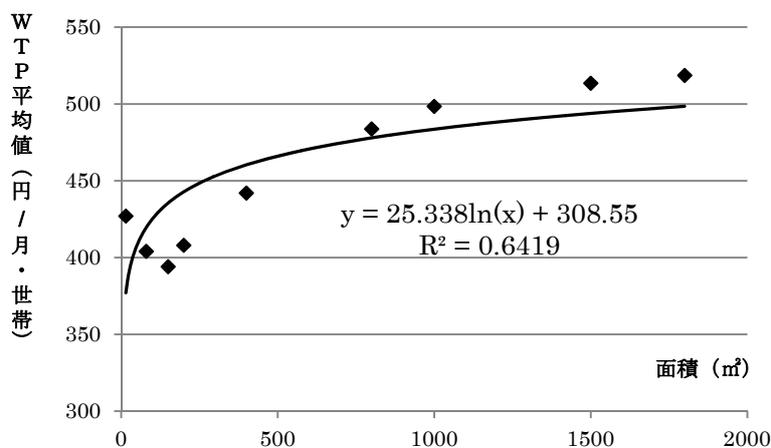


図4-3 芝生のみの上屋緑化のWTP平均値

表 4-3 芝のみの屋上緑化の WTP 平均値の要素の抽出

(単位：円/月・世帯)

面積 (m ²)	WTP 平均値(A)	回帰式による WTP 平均値(B)	A-B の絶対値 (C)	回帰式による面積 15 m ² の測点からの B の増加量 (D)
15	426.99	377.17	49.82	0
80	404.02	419.58	15.56	42.41
150	394.08	435.51	41.43	58.34
200	407.99	442.80	34.81	65.63
400	441.99	460.36	18.37	83.19
800	483.72	477.93	5.79	100.76
1,000	498.42	483.58	14.84	106.41
1,500	513.47	493.85	19.62	116.68
1,800	518.57	498.47	20.10	121.30

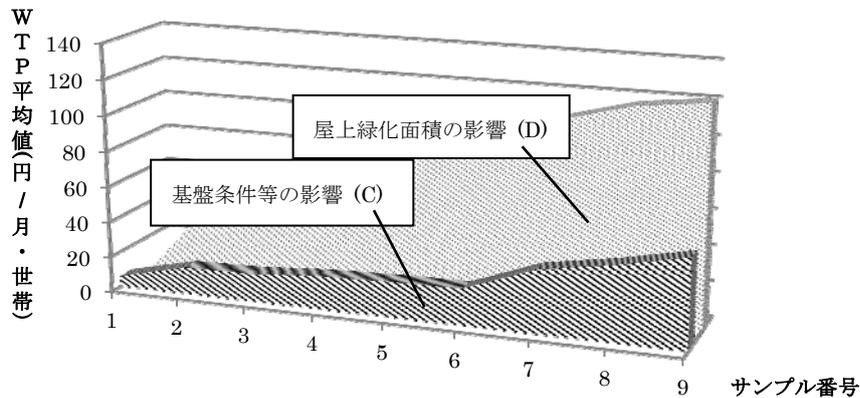


図 4-4 芝生の場合の WTP に与える影響度合の差

図 4-4 に示された各要素の占める面積を図 4-2 の場合と同様に求めると、屋上緑化面積に応じて増加した WTP 平均値総量は 634.07 に、基盤条件等によって影響された WTP 平均値総量は 192.54 になった。これからそれぞれの面積比は 76.71%と 23.29 %が得られる。図 4-2 からは、屋上緑化面積に応じて増加した WTP 平均値総量比が 67.67%で、意匠デザイン性及び基盤条件等に応じて増加した WTP 平均値総量比が 32.33 %という値が導かれているので、これらの面積比を基に、次の計算式より相対比を求めることによって、意匠デザイン性の影響度が得られる。屋上緑化面積による影響度を a 、意匠デザイン性の影響度を b 、基盤条件と調査バイアスの影響度を c とすると、式 4-2 の関係式が成り立つ。

$$\begin{aligned}
 a : (b + c) &= 67.67 \% : 32.33 \% && \text{(式 4-2)} \\
 a : c &= 76.71 \% : 23.29 \% \\
 a + b + c &= 100 \%
 \end{aligned}$$

この連立方程式から、次の結果が得られた。

屋上緑化面積の影響度 <i>a</i>	67.67 %
意匠デザイン性の影響度 <i>b</i>	11.78 %
屋上緑化基盤条件・調査バイアス等の影響度 <i>c</i>	20.55 %

4.3 第四章の結論

この結果から、屋上緑化の効果を規定する要素は面積規模の要因が 67.67 %を占めることが明らかとなり、意匠デザイン性の影響度も全体の 11.78%と無視できるものではないことが明らかとなった。以上から、屋上緑化の効果を発揮させるには、まずはその面積を増やすことを第一義的に考えるべきだが、同時に意匠デザイン性という質の確保も同時に考慮すべきであることが導かれる。

なお、本調査で使用した事例写真は、比較的良好な事例を選定しているため、それぞれに意匠デザイン上の優劣はあまり顕著には現れていないはずである。つまり、実際の事例では 11.78 %以上の意匠デザイン性の影響度が見込まれるので、その意味においてもより一層の質の確保が望まれる。

ところで、オリジナルの事例写真を用いて得られた WTP 平均値 (表 4-1) と、芝生のみ合成写真から得られた WTP 平均値 (表 4-2) を比較すると、芝生のみの方が高い値を示している。樹木等を取り払って芝生のみにしたのだから、逆の結果になりそうだがそうはならなかった。実は、既往研究¹⁾でも芝の単植による屋上緑化は評価が高い結果が得られている。それは、芝生への立ち入りが可能となるため、「気持ちが良い」や「やすらぐ」といった評価項目で他の緑化形態よりも高い評価が得られるためである。これは、芝生の利用という機能が、通常の緑化機能の上にレイヤー状に加わるためと考えられる。ただし、本章で実施した CVM 調査は、あくまで個別事例写真の意匠デザインによるバラツキを求めるために芝の単植事例と比較したものであり、そこに芝の利用機能が付け加わっていたとしても相対比較の上では影響がないとみなしたところである。

(第四章の参考論文)

1) 長岡 希・岡田準人・下村 孝 (2003) ビデオ画像を用いた屋上緑化の景観評価構造の解析：日本緑化工学誌, Vol. 29(1), pp.113-118

第五章

物理的環境改善効果から導く建物緑化の特性

建物緑化は多様な機能を有するので、得られた便益のうちの各々の機能毎の内訳が把握できれば、建物緑化の戦略的推進を図るための基礎データとなりうる。このため、本章では、建物緑化の特性を導くために、CVM 調査で得られた便益の内訳を求めることとする。第二章で実施した CVM は総合計測法の一つであり、各項目への直接効果のみならず間接効果をも総合的に計測する方法であるため、建物緑化の効果の全てがそこに包含されていることになる。ただし、建物緑化による物理的環境改善機能の便益については、実験結果などから推計できるため、全体の便益から内訳として抽出することが可能である。このため、まずその物理的環境改善効果の算定を行い、そこから導かれる建物緑化の特性について論じていくものとする。

5.1 建物緑化による物理的環境改善効果の項目

建物緑化のうち、特に屋上緑化に注目した場合、その物理的環境改善効果には以下のものが挙げられる。

- 建物の省エネルギー効果
- ヒートアイランド現象緩和効果
- 二酸化炭素固定効果
- 大気浄化効果
- 雨水貯留機能

これらの物理的環境改善効果については、既往研究から次のように算定が可能である。各事項ごとに積み上げた結果を表 5-1 に示した。

5.1.1 屋上緑化による建物内部の省エネルギー効果

屋上緑化によって真夏の日差しが遮られ、加えて土壌の断熱効果によって建物内部の温熱環境が改善されるが、この省エネルギー効果については既往文献¹⁾には、電気料金 5.4 円/m²・日の値が示されている。ここで年間の真夏日を日最高気温が 28℃以上の晴の日と定義すると、2009 年度の気象データ²⁾からその条件に合致する日数は 56 日が導かれる。これから、1 年間の省エネルギー効果は 5.4 円/m²・日×56 日=302.4 円/m²・年が導かれる。

5.1.2 屋上緑化によるヒートアイランド現象緩和効果の便益値

緑化の推進によるヒートアイランド現象緩和効果に関する既往研究³⁾によると、東京都心部（おおむね 10 km 四方：8757.1 ha 海域含まず）で新たに緑地（3,692.6-2555.7=1,136.9 ha）を創出すると、平均気温が 0.3℃低下するというシミュレーション結果が得られている。ここで設定された新たに創出される緑地の内訳は、芝生・裸地（2314.2-1749.6=564.6 ha）、樹林地（1679.8-764.1=915.7 ha）、屋上緑化（503 ha）と見込まれている。これから、東京都心部 8757.1 ha の範囲では、503 ha の屋上緑化によって、0.3℃×（503 ha÷1,136.9 ha）=0.13276℃ 低下させるだけの効果があることになる。

一方、気温感応度は、気温と商品やサービスの売上や消費量との相関を表したもので、気温が 1℃上昇（下降）した場合、商品やサービスの売上がどの程度変化するかを示す指標であるが、首都圏の一般家庭の夏期最高気温の気温感応度は、2004年から2006年の間で 6.351~7.143 (Wh/℃/㎡/日) という値が示されている⁴⁾。また、東京都統計年鑑⁵⁾から、東京 23 区内の建築物の総延べ床面積は、47,054,694 ㎡となる。よって、これを基に、2009年の真夏日を 56日 で計算すると、以下の式により、夏期の最高気温が 1℃上昇することにより、東京 23 区で 1,777.9 万 kWh・年だけ余計に電力が消費されることになる。

$$(6.351+7.143 \text{ Wh/℃/㎡/日}) \div 2 \times 47,054,694 \text{ ㎡} \times 56 \text{ 日} = 1,777.9 \text{ 万 kWh} \cdot \text{年}$$

ここで、東京 23 区の面積は 62,198 ha なので、以下により、東京 23 区全域を 0.13276℃ 低下させるには、3572.6 ha が必要なことが分かる。

$$\text{東京都心部 } 8,757.1 \text{ ha} \rightarrow \text{屋上緑化 } 503 \text{ ha}$$

$$\text{東京 23 区 } 62,198 \text{ ha} \rightarrow 503 \text{ ha} \times (62,198 \text{ ha} \div 8,757.1 \text{ ha}) = 3572.6 \text{ ha}$$

以上から、夏期の最高気温が 1℃上昇することにより、東京 23 区で 1,777.9 万 kWh・年だけ余計に電力が消費され、かつ、東京 23 区全域を 0.13276℃ 低下させるには、3572.6 ha 必要なことから、屋上緑化 1 ㎡あたりのヒートアイランド現象緩和効果は、次式により 0.066 kWh・年に相当することが分かる。

$$1,777.9 \text{ 万 kWh} \cdot \text{年} \times (0.13276 \text{ }^\circ\text{C} \div 1 \text{ }^\circ\text{C}) \div (3572.6 \text{ ha} \times 10,000 \text{ ㎡}) = 0.066 \text{ kWh} \cdot \text{年}$$

電気料金に換算すると、文献⁶⁾に示された電気使用料単価 (1kWh=22 円) から、0.066 kWh × 22 円 = 1.452 ≒ 1.5 円/㎡・年が導かれる。

5.1.3 建物緑化の二酸化炭素固定効果

既往文献⁷⁾によると、特殊空間緑化 6,878.8 ha を樹高 4 m の樹木に置き換えると 1,007 万本に相当し、かつ樹木 1 本の年間二酸化炭素固定量は 11.5 kg/年/本とあるので、これらから、特殊緑化空間緑化 1 ㎡あたりの二酸化炭素の年間固定量は 1.6835 kg/年となる。

$$\begin{aligned} & \text{特殊空間緑化 } 1 \text{ ㎡あたりの二酸化炭素固定量} \\ & = 1,007 \text{ 万本} \times 11.5 \text{ kg/年/本} \div (6,878.8 \text{ ha} \times 10,000 \text{ ㎡}) = 1.6835 \text{ kg/年} \end{aligned}$$

また、世界の総二酸化炭素排出量取引は 103 億 t (2011) が 14 兆 4320 億円で取引⁸⁾されているので、二酸化炭素 1 t あたりの価格は 1,401 円となる。よって、屋上緑化 1 ㎡あたりの 1 年間の二酸化炭素固定量による金額は、1.6835 kg/年 ÷ 1,000 × 1,401 円 = 2.36 円/㎡・年 ≒ 2.4 円/㎡となる。

ただし、この算定は、光合成によって増加する植物の樹幹・枝葉等の植物体量がそのまま保全されることを前提にしている。つまり、剪定した枝葉をコンポストに使用するならばいいが、これを償却処分してしまえば二酸化炭素の固定には役立たないことになる。もちろん、コンポスト利用の場合にも微生物活動による二酸化炭素排出が生じるが、さすがにその量は無視することにしても、もっと大きな二酸化炭素排出源として、屋上緑化を整備・管理することによって発生

する二酸化炭素が存在するが、これも本算定では考慮してはいない。

5.1.4 大気浄化効果(SO₂、NO_x)

既往文献⁹⁾によると、特殊空間緑化の総面積 6,878.8 ha で、NO_x を年間 1,080 t 固定するとしている。これから、屋上緑化年間 1 m²あたりの NO_x 固定量は 0.016 kgとなる。

$$1,080 \text{ t} \times 1,000 \div (6,878.8 \text{ ha} \times 10,000 \text{ m}^2) = 0.0157 \text{ kg/年}$$

一方、米国の NPO (Clean Air Conservancy)¹⁰⁾ による NO_x 排出量取引額は 4.5 kgが \$ 27 (約 2,120 円: \$1=78.53 円で計算:2012/08/28 のレート) なので、1 m²あたり 7.4 円 (2,120 円 × 0.0157 kg/年 ÷ 4.5 kg) の効果があることになる。

また、SO₂についても同様に、先に掲げた文献⁹⁾では、特殊空間緑化の総面積 6,878.8 ha 分で SO₂ を年間 44.1 t 固定するとしている。よって屋上緑化年間 1 m²あたりの SO₂ 固定量は 0.00066 kg となり、米国の NPO (Clean Air Conservancy) による SO₂ 排出量取引額¹⁰⁾ は 110 kgが \$ 28.25 (約 2,218 円: \$1=78.53 円で計算:2012/08/28 のレート) なので、1 m²あたり 0.0133 円 (2,218 円 × 0.00066 kg/年 ÷ 110 kg) の効果があることになる。

$$7.4 \text{ 円 (NO}_x\text{)} + 0.0133 \text{ 円 (SO}_2\text{)} = 7.4133 \approx 7.4 \text{ 円}$$

5.1.5 雨水貯留機能

既往研究¹¹⁾によると、屋上を土壌厚 12 cmの芝生で緑化した場合に 1 m²あたり最大 20 kgの保水能力を持つとされる。既往アンケート調査結果¹²⁾ から、屋上緑化の土壌厚の平均値は 30.2 cmが導かれ、また、屋上緑化の緑化率は 45.5% (45 %¹³⁾ + 46.08 %¹⁴⁾ ÷ 2) のため、下式より 1 m²あたり 22.9 kg (ℓ) の保水能力を持つことになる。

$$\text{平均土壌厚 } 30.2 \text{ cm} \div 12 \text{ cm} \times (45.5 \% \div 100) \times 20 \text{ kg} = 22.9 \text{ kg}$$

一方、家庭用の市販の雨水貯留槽の代表的な製品単価を比較すると、下式のように、おおむね貯水能力 1 ℓあたりおよそ 199.7 円の価額を示し、これらの製品の耐用年数を 10 年と仮定すると年間およそ 19.97 円/ℓ・年となる。この結果、屋上緑化 1 m²あたりでは、19.97 円/ℓ × 22.9 (ℓ/m² = kg/m²) = 457.3 円の便益値が見込めることになる。

以下の製品の平均値(1 ℓあたり) = (29,400 円 ÷ 120 ℓ + 36,800 円 ÷ 200 ℓ + 34,000 円 ÷ 200 ℓ) ÷ 3 = (245 + 184 + 170) ÷ 3 = 199.7 円/ℓ

(1) タキロン雨音くん¹⁵⁾ 120 ℓ 29,400 円(税込み)

(2) rain world ラブリユ¹⁶⁾ 200 ℓ 36,800 円 (税込み)

(3) AQUATOWER¹⁷⁾ 200 ℓ 34,000 円 (税込み)

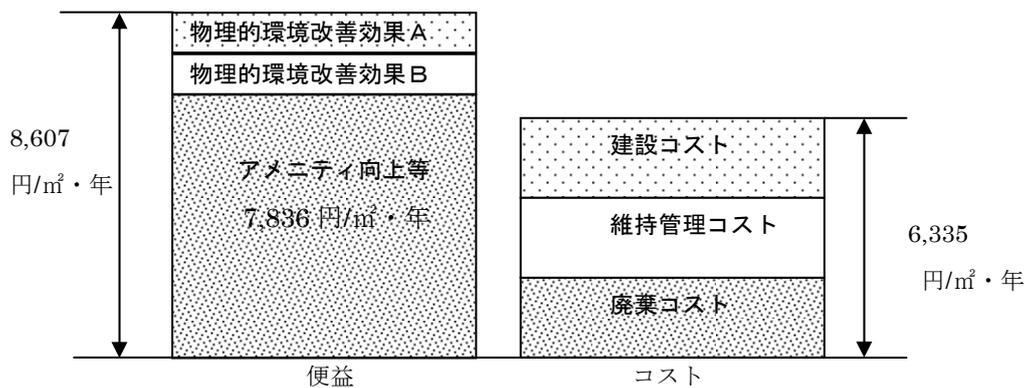
なお、以上の算定は理想的な条件における算定値であるので、実際にはこれよりも低い便益値をとる可能性が高いことに留意しなければならない。こうして得られた物理的環境改善効果を、CVMによって得られた便益から物理的環境改善効果を差し引けば、残りはアメニティ向上効果などの人が主観的に感じ取る効果になる。よって、図 5-1 に CVM で求めた便益の内数として物

表 5-1 物理的環境改善効果の算定 (単位: 円/ m²・年)

項目	効果
建物の省エネルギー効果	302.4
ヒートアイランド現象緩和効果	1.5
二酸化炭素固定効果	2.4
大気浄化効果(SO ₂ ,NO _x)	7.4
雨水貯留効果	457.3
合計	771.0

物理的環境改善効果を表示し、便益とコストを比較した。なお、図中のコストは既往研究¹⁸⁾の結果を引用している。ただし、本図は東京 23 区の面積 1,000 m²の屋上緑化事例の回帰式から WTP 平均値を求め、それから便益を試算し、1 m²あたりの値として比較したものである。それは、CVM で求めた WTP の回帰式は対数関数のため、対象とする建物緑化の面積によって便益値がそれぞれ異なってしまうからである。よって、特定の建物緑化の社会的便益を求める場合には、当該事例の面積にあてはめて算定する必要がある。

なお、図 5-1 で、物理的環境改善効果を A と B の二種類に分けたが、それは、A は社会全体が享受できる便益を、B は建物所有者が直接に受けられる便益とに区分したためである。図 5-1 からは、総便益がコストを上回るので、建物緑化は費用対効果上は有益であることが伺える。また、東京 23 区の 1,000 m²の事例では、物理的環境改善効果は便益全体のわずか 9%にすぎないことが分かる。一般に、建物緑化は、都市のヒートアイランド現象緩和効果や屋内の温熱環境改



物理的環境改善効果 A = 302.4 円/m²・年

(ヒートアイランド現象緩和効果・二酸化炭素固定効果・大気浄化効果・雨水貯留効果)

物理的環境改善効果 B = 468.6 円/m²・年 (省エネルギー効果)

建設コスト = 1,854 円/m²・年 維持管理コスト = 2,269 円/m²・年 廃棄コスト = 2,212 円/m²・年

図 5-1 屋上緑化の面積あたりのコストと便益値の比較

(東京 23 区、1,000 m²事例: 屋上緑化 1 m²あたり)

善効果が高いと考えられているが、しかしながら、実際には、建物緑化の物理的環境改善効果だけで費用対効果（B/C）を見ると、コストには見合わないことが図 5-1 より明らかである。この結果から、建物緑化は物理的環境改善効果よりも都市のアメニティの向上などの受益者の主観的評価値の方が大きいということが導かれ、これから、建物緑化の総便益を高くするためには、アメニティ向上面等での効果を主眼に置いたほうがより効率が良いと考えられる。

5.2 緑のカーテンによる節電効果の測定実験

前項の検討から、屋上緑化の場合には、物理的環境改善効果はあまり大きな効果は望めないという結果が得られたが、そのことを補完的に検証するために、夏季の節電対策として近年注目を浴びつつある、壁面緑化の一形態の「緑のカーテン」の節電効果測定実験を実施した。

緑のカーテンとは、壁面緑化のうち、アサガオやツルレイシ (*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。特に 2011 年の夏は節電の一手法として注目を集めていた。この緑のカーテンによる節電効果を把握するため、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簾などの異なる条件を設定した複数の住戸における室内温熱環境の比較測定実験を実施した。

実験地は、千葉県柏市豊四季台 1 丁目にある独立行政法人都市再生機構が所有する豊四季台団地の 11 号棟（5 階建、昭和 39 年築、RC 造、南西向き）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 5-2）が同じであることも比較実験に適していた。

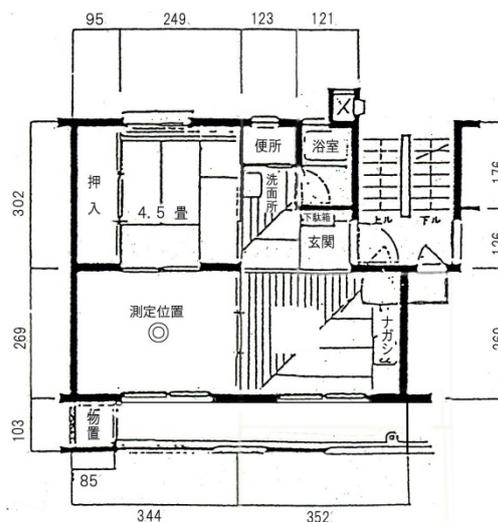


図 5-2 間取図（単位:cm）

表 5-2 各住戸の条件設定

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	簾	引戸を全部遮蔽
408 号室	何も無し	遮蔽せず

11 号棟の同じ 4 階で空部屋の 5 住戸を確保し、それぞれ表 5-2 のように条件設定をし、それぞれの住戸の各部屋の室内温熱環境を測定した。各住戸のベランダの状況を図 5-3 の壁面展開図（写真 5-2 参照）に示す。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てネットをかけた。緑のカーテンの 1 枚の大きさは、概ね幅 90 cm×高さ（プランター含む）200 cm である。プランター 2 個でガラス引戸の半分が隠れ、4 個とすると引戸の全てが隠れる。さらにプランターを 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。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。

実験の測定項目及び測定機器を表 5-3 に示す。測定センサーは、図 5-2 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 日までである。

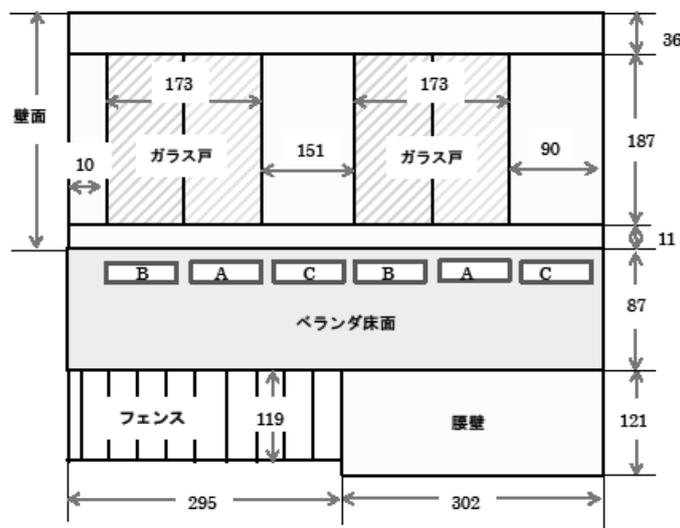


図 5-3 ベランダに面した壁面展開図(単位:cm)



写真 5-1 ベランダに面した壁面



写真 5-2 404 号室（プランター2 個）の緑のカーテン

表 5-3 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, 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)	緑のカーテン・簾

ところで、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室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、測定実験が終了した後に緑のカーテン等を全て撤去し、この状態の室内温熱環境の比較を行うこととした。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。緑のカーテン撤去後の各住戸の室温の比較を図 5-4 に示す。各住戸とも同様の変化傾向を示し、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。

次に、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 5-5 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。また、簾は、半分しかガラス戸を覆っていないツルレイシ（2）とほぼ同程度の室温傾向を示していることから、ツルレイシによる室温低下効果は簾よりも効果が大きいことが伺える。

以上の実験で得られた結果から節電量を求めてみる。まず、図 5-5 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 5-6 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室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。

財団法人省エネルギーセンターが実物大の住宅模型を用いた実験¹⁹⁾から式 5-1 の計算式が得られている。

$$y = -29.982x + 1,006.2 \quad (\text{式 5-1})$$

y: 冷房時消費電力量[Wh/h] x: 設定温度[°C]

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 5-1 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 5-6 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 5-2 のように求められる。

$$29.982 \text{ Wh/h} \times 6.420 \text{ °C} \cdot \text{h} = 192.484 \text{ Wh/日} \quad (\text{式 5-2})$$

ここで、2011 年の天候実績より、ツルレイシ繁茂期間（7～9 月）でかつ日最高気温が 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²⁰⁾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/kWh¹⁹⁾から、式 5-3 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 5-4 に示した。

$$192.484 \text{ Wh/日} \times 39 \text{ 日} \times 22 \text{ 円/kWh} \div 1,000 \text{ Wh/kWh} = 165.2 \text{ 円/年} \quad (\text{式 5-3})$$

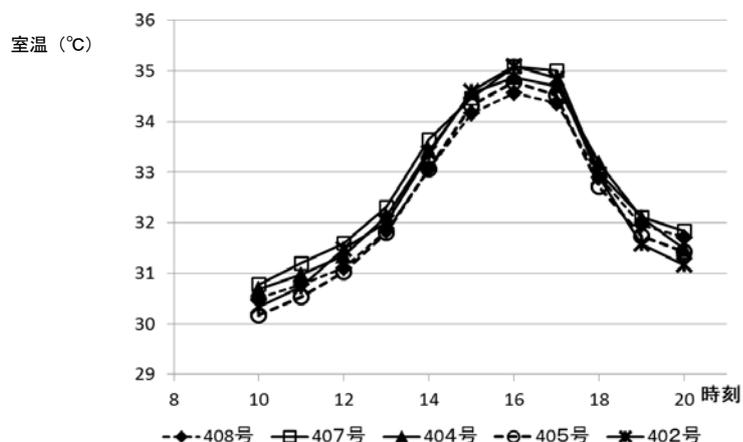


図 5-4 緑のカーテン等撤去後の室温比較（9月13日：晴）

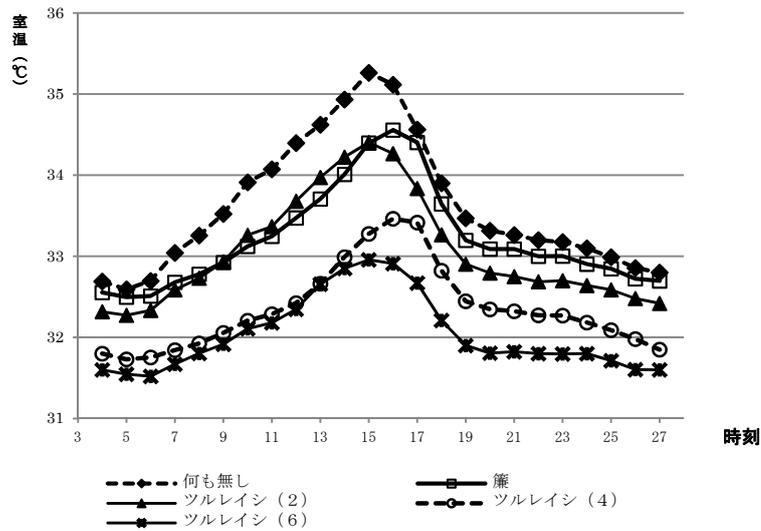


図 5-5 緑のカーテンの設置量に伴う室温の違い

表 5-4 の結果の 1 m^2 あたり約 $50 \text{ 円/ m}^2 \cdot \text{年}$ 程度の節電額という結果は、効果としては小さなものであり、先に算定した屋上緑化の節電額 $302.4 \text{ 円/ m}^2 \cdot \text{年}$ と比べても小さな値となっている。一般に屋内温熱環境改善効果が高いと考えられる緑のカーテンですらもその効果を数値換算すると大きくないことが分かる。

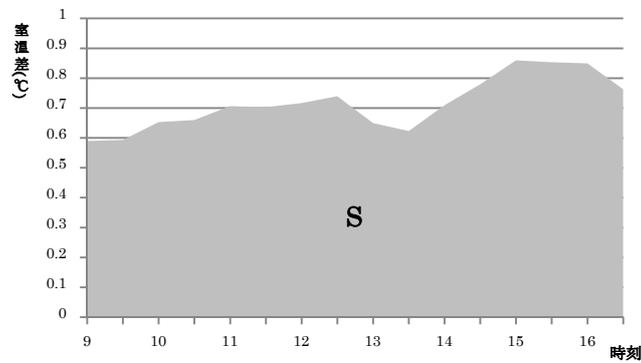


図 5-6 緑のカーテンによって下がった室温差 (ツルレイシ [2])

表 5-4 各住戸の節電量

住戸	低減電力(kWh/年)	節電額 (円/年)	24 時間平均低下室温(°C)	9 時間平均低下室温(°C)	設置面積 (m ²)	1m ² あたり節電額 (円/年)
404	7.5	165.2	0.6	0.7	3.24	50.98
405	18.1	398.2	1.3	1.7	6.48	61.45
402	20.9	459.3	1.6	2.0	9.72	47.25

5.3 第五章の結論

本章における検討結果から、建物緑化に一般に期待されているヒートアイランド現象緩和効果や屋内の温熱環境改善効果などは、金額換算では相対的に低いことが明らかになった。その比較

は一律にはできないが、東京 23 区で面積 1,000 m²の屋上緑化という条件設定のもとでの試算では、物理的改善効果の総和は当該建物緑化の総便益のわずか 9.0 %程度にすぎないことが分かった。このことから、建物緑化を設置する場合には、まずは都市のアメニティ向上等に主眼に置くことが肝要であることが確認できた。この結果は、物理的環境改善効果は本章の検討のように物理的な実験結果から導けるものではあるが、それ以外の建物緑化の便益は、大なり小なり受益者の主観的価値観が反映されたものであるということである。物理的な機能であれば、建物緑化の仕様自体の改変によって向上させることができるが、受益者の価値観に立脚した便益というものは、むしろ受益者に直接働きかけるような便益の増進方策が存在する可能性がある。その方策については、次章にて考察することとしたい。

また、図 5-1 (p.89) で、物理的環境改善効果を A と B の二種類に分けたが、これは、A の便益が社会的には有益であっても、建物緑化管理者には収益として還元されないものであるのに対して、B は建物管理者に還元される便益であるという意味で分類している。公共施設であれば特に分ける必要もないが、民間施設の場合は、収益が見込める便益で費用対効果を算出しなければ意味をなさない。このため、特に民間事例においては、収益の見込める機能に特化して費用対効果が今後問われることが多くなることが想定されるので、第六、七章において、それらの典型的な機能に着目して論じていく。また、併せてその検証の過程で、建物緑化の特性についても明らかにしたい。

第五章の参考・引用文献

- 1) NEO-GREEN② (1996) (財) 都市緑化技術推進機構, p.42
- 2) 日本気象協会 HP<<http://tenki.jp/>> 2010/09/24 参照
- 3) 緑地保全と緑化の推進によるヒートアイランド現象緩和効果について:国土交通省 HP
<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/04/040625_.html> 2003/6/25 更新 2010/09/28 参照
- 4) 首都圏における電力・給湯需要構造の調査分析 -気温感応度と日負荷特性の分析- (2009) 電力中央研究所報告平成 21 年 10 月 p18 : Y08054
- 5) 地域別土地面積 : 東京都統, 計年鑑 平成 20 年 : 東京都 HP
<<http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/2008/tn08qa010100.xls>> 2010/09/28 参照
- 6) 「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 (2005) 財団法人省エネルギーセンター,p.4
- 7) NEO-GREEN② (1996) (財) 都市緑化技術推進機構, p.48
- 8) 諸外国における排出量取引の実施・検討状況 (2012) 環境省地球環境局市場メカニズム室, p.3
- 9) NEO-GREEN② P47 (財)都市緑化技術開発機構)
- 10) 環境経済論,<www.ritsumei.ac.jp/~ktakao/class/ee14.ppt> p.28 2012/8/27 参照
- 11) 王革・梅干野晃・何江・堀口剛(1991)屋上芝生植栽の熱的特性に関する実験研究 : 日本建築学会学術講演梗概集 (東北) D 環境工学, pp.929-930
- 12) 屋上緑化アンケート調査業務報告書 (2008) 独立行政法人建築研究所, p.35
- 13) NAMBA PARKS HP: <http://www.nambaparks.com/parks_garden/about_garden/index.html> 2012.8.29 参照
- 14) 百合ヶ丘パークハウス HP <<http://www.re-port.net/news.php?ReportNumber=502>> 2012.8.29 参照
- 15) 雨水貯留タンク/タキロン雨音くん
<http://www.takiron.co.jp/product/product_02/amaoto/index.html?gclid=CPidp5fzq6QCFQipbwodeB5gbg> 2010/09/29 参照
- 16) rain world ラブリュ<<http://www.rainworldshop.jp/>> 2010/09/29 参照
- 17) AQUATOWER <<http://www.nissei-web.co.jp/item/302.html>> 2010/09/29 参照
- 18) 屋上緑化アンケート調査業務報告書 (2008) 独立行政法人建築研究所, pp.153-155
- 19) 「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 (2005) 財団法人省エネルギーセンター, pp.4-27
- 20) 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), pp.193-194

第六章

建物緑化の便益の増進方策

6.1 建物緑化の便益を規定するもの

前章の検討からは、建物緑化の便益は、都市のアメニティ向上や生物多様性の確保に代表される受益者の知識や環境意識に立脚したものが大半を占めるという結果が得られたが、このことは、受益者に正しい建物緑化の知識を与え、また環境意識の啓蒙を図ることが、建物緑化の便益をより高めることにつながる可能性があることを意味している。このことを裏付けるために、異なる被験者グループに異なる建物緑化の情報を提示するという CVM 調査を実施し、それが評価値にどのように反映されるかを調べることにする。

ところで、第三章では、第二章で実施した建物緑化の CVM 調査の妥当性の検証ためのスコープテストとして、異なる情報を被験者に示すという CVM を実施したが、実は、この CVM の本来の目的は上記にあった。第三章でそのスコープテストの調査方法について詳述しているが、ここで与えた情報は、建物緑化のプラスの面に関する情報とマイナスな内容の情報、そしてプラスの情報ではあるが、その内容を変えた三種類の情報（物理的環境改善効果・アメニティ向上効果・生物多様性確保効果）の合計 5 種類の情報だった。この調査結果を図 6-1、図 6-2 に示した（p.67-68 の図 3-1、図 3-2 に対して、これらの図には総合効用説明書グループの結果を盛り込んでいる。）が、屋上緑化の結果を示した図 6-1 からは、最も高い評価を示した物理的環境改善機能説明書グループは、ネガティブ内容説明書グループよりも 16.1~23.1% も高い値を示していることが分かる。ちなみに、壁面緑化の場合には 21.2~32.3% もの差が生じている。このことは、建物緑化の効果は被験者が有する知識に大きく影響されることを意味している。

また、この結果は建物緑化の設置方法についての示唆を与えてくれる。それは、建物緑化の計画に際して、単に整備するのみでなく、その効果が受益者に伝わるような説明施設が設けられるほうが効果が高くなる可能性があるということである。実際の建物緑化の事例でも、例えば温度改善効果を示す温度表示板や建物緑化の説明版などが設置される事例は多く、中には、屋上緑化の貯水機能を示すために雨水貯留タンクなどの環境共生貢献設備を併設されることもある。さらに、説明会や見学会などのイベントが開催されることも多い。

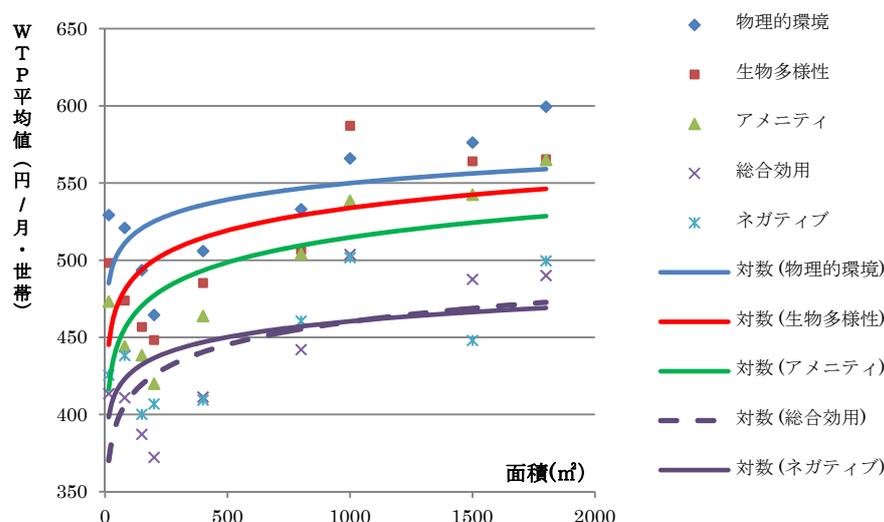


図 6-1 与える情報による WTP 平均値の違い（屋上緑化）

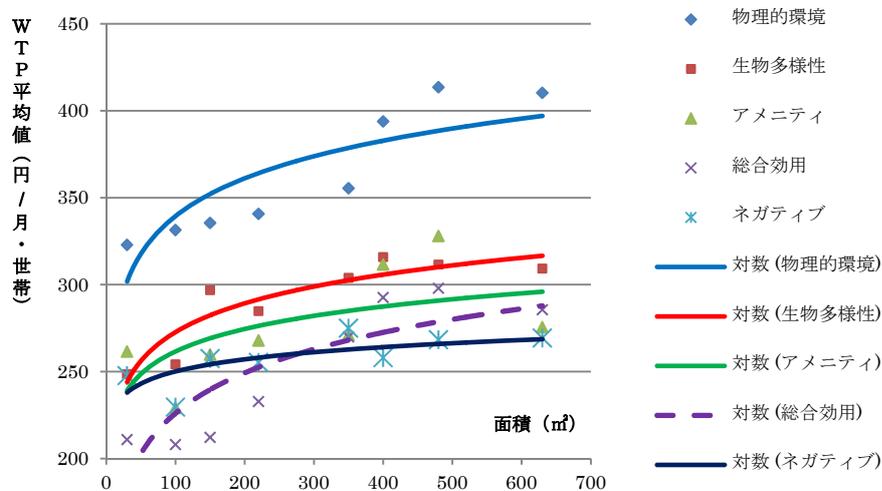


図 6-2 与える情報による WTP 平均値の違い (壁面緑化)

また、図 6-1 と図 6-2 の結果で興味深いことは、建物緑化の効果を網羅的に説明した総合効用説明書グループよりも、建物緑化の特定の機能だけを説明したグループ（物理的環境改善、生物多様性確保、アメニティ向上）の方が効果が高いという結果が得られたことである。しかも、総合効用説明書グループは、ネガティブ説明書グループとほぼ同水準の結果を示している。

これについては説明書内容が正しく認識されなかった可能性もある。説明書の理解度を尋ねた質問結果をグループ毎に比較したものが図 6-3 であるが、この図のとおり、総合効用についても他と同様に高い理解度を示しているので、説明書が理解されなかったわけではないことが分かる。ただし、総合効用グループの自由回答の中には「かなりくどい」というのもあったため、あるいは説明書のボリュームが影響した可能性も考えられた。図 6-4 は各説明書の文字数を比較したものであるが、確かに総合効用説明書が文字数が多いため、その可能性は考えられる。あるいは、テーマを絞った簡潔な説明こそが効果があり、総花的で冗長な説明では逆に効果が薄いということなのかもしれない。

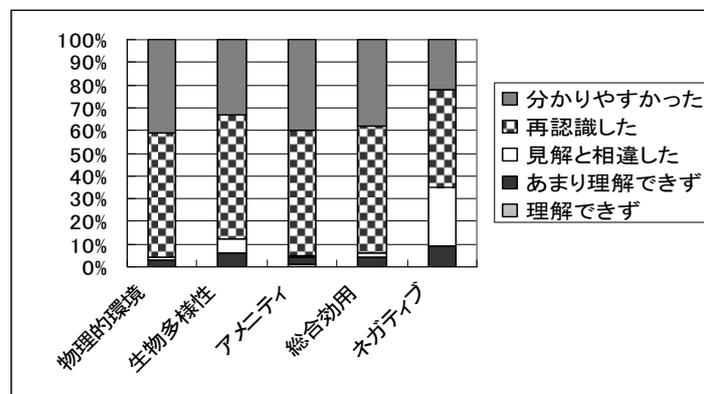


図 6-3 説明書の理解度の比較

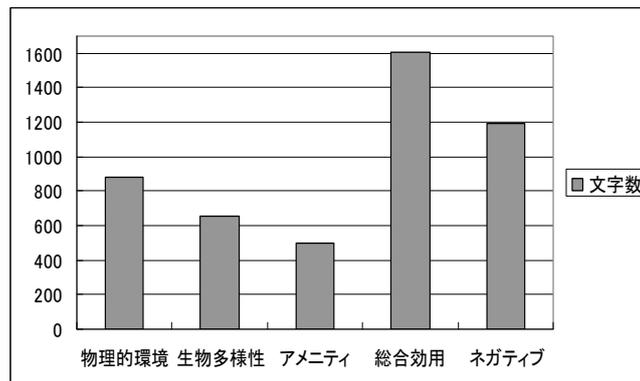


図 6-4 説明書の文字数の比較

また、たとえ良いと思われる情報を与えたとしても、必ずしも被験者は情報提供者の意図のようには情報をとらえない可能性も見えてきた。従来、CVM については、量や質によるバイアスの排除が課題とされてきたが、加えて被験者の学習による評価の変化についても考慮しなければならないのかもしれない。なお、特にテーマを絞った情報の与えの方が効果が大きかったことは特筆に値する。加えて、物理的環境改善効果の情報がより効果が高いということも重要なポイントである。これらの結果は、今後、建物緑化に説明施設を設置する場合の重要な示唆と言える。

6.2 建物緑化の宣伝機能

建物緑化管理者に対して 2008 年に実施されたアンケート調査¹⁾では、アンケート調査票の送付先（屋上緑化事例 407 件、うち回答票数は 99 件）には官民双方の事例が含まれ、また、条例等で建物緑化の設置が義務化されていてやむを得ず設置している事例（「義務的」事例）もあれば、設置主体が自主的な理由で設置している事例（「自主的」事例）も含まれていた。このため、これらのアンケート調査回答事例のうちの自主的民間事例の 29 事例に対して、直接に電話調査によって、最も重要な建物緑化の設置目的を一つだけ尋ねた。それは、民間事例で独自にメリットを感じて建物緑化を整備する目的を探るためであり、その結果を図 6-5 に示した。この図のように、第一の目的は企業や建物のイメージアップのための宣伝が占めた。また、最近では、実際に緑化が有する宣伝効果に着目した事例が見受けられるようになり、専門誌²⁾でも社会貢献活動（CSR）の一環として整備された民間企業の建物緑化事例が紹介されている。さらに、文献³⁾では、三井住友海上ビルの屋上緑化（11,970 m²）の宣伝力の価値を 3 千万円以上と試算するなど、建物緑化の宣伝効果への関心は高まりつつある。

また、建物緑化の実際の事例では、温熱環境改善効果を示すための温度表示施設が併設されたり、建物緑化の効果の説明板が設けられたりすることがあるが、これらも建物緑化の宣伝効果を高めるための取組とみなせる。特に、前項では受益者への適切な情報提供が建物緑化の便益を増加させるという調査結果が得られたが、この結果は、建物緑化を設置する際の適切な説明施設の必要性を示すものであり、このため、宣伝効果に効果のある説明施設等のあり方を検討すること

は重要である。さらに、建物緑化は多種多様な形態を有するので、これらの形態の違いによっては、受ける印象も異なると考えられる。今後、イメージアップのために建物緑化を計画する場合には、建物緑化のどのような形態がより効果的なイメージアップにつながるかを調べることも重要である。このため、本項では、建物緑化のどの形態がよりイメージアップにつながり、またどのような説明施設等を付帯させることが宣伝効果上効果があるかということ、AHP（階層分析法）にCVMを組み合わせた手法によって調べるものとする

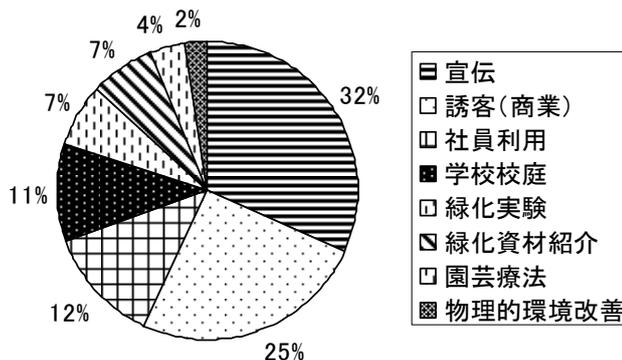


図 6-5 民間事業者の建物緑化設置動機（最重要目的）

6.3 調査方法

建物緑化の形態は幅が広く、しかも細分化が可能である。例えば、建物緑化は屋上緑化と壁面緑化に、さらに屋上緑化は、広場が主体の広場型や樹林を主な構成要素とする森林型に、また壁面緑化は緑化パネル型・壁面登攀型・緑のカーテン型などといったように、その形態はツリー状に階層的に細分化していく。ちなみに、森林型の屋上緑化とは、植栽の構成のうち樹林域の占める面積が芝生等の地被植栽の面積を超えるもの、また逆に広場型の屋上緑化は、地被植栽が樹林域の占める面積を超えるものと定義した。

また、企業が建物緑化によって自社のイメージアップを図るためには、単に建物緑化を行うのみでなく、建物緑化の説明施設を設けたり、より企業の環境への取組をイメージできる付帯施設を設けることが効果的と考えられる。加えて、各種のイベントの実施も効果が高いと推定される。このため、建物緑化に付属させることのできる施設や活用方法などのオプション的な形態を加味して、建物緑化の体系的な形態の整理が可能である。このような建物緑化の形態及び付帯施設等を階層的に整理すると、図 6-6 の建物緑化の形態階層図として整理できる。

このように、評価対象が形態階層図として表現できる場合には、設定する目標に対して、並列するどの要素がより効果的かを比較することが可能である。それは、並列するそれぞれの要素ごとにアンケート調査によって被験者による相対評価を行い、それを対象物の全体の評価値の中のだれだけその要素が占めるかを算出するという手法である。この方法は階層分析法（AHP）として知られる手法である。AHPは、もともと物事を決定する際に、代替案についての重要度を相対評価する手法であり、特に評価項目を階層的に位置づけることにより、どの評価項目がより重要なかが明らかになるという特徴がある。このため様々な分野でその活用が図られ、例えば、

医療事故の要因分析研究などの既往研究⁴⁾や、また社会資本の分析のために AHP を活用した既往研究としては、武藤らが実施した歴史的建築物の評価研究⁵⁾などがある。

AHP の調査手順は、まず調査対象となる選択問題に対して、これを目標・評価基準・代替案の階層構造に整理したうえで、各階層における要素同士の相対的な重要度を導き出し、それらを総合することで最適な評価・選択を得るものである。会社のイメージアップのために、最も効果的な建物緑化の形態を導くために AHP を適用する場合には、目標は会社のイメージアップとなり、評価基準はイメージアップへの貢献度に、手段はイメージアップに適した建物緑化の形態に整理できる。

ただし、図 6-6 の形態階層図は、決して全ての建物緑化の形態を網羅しているわけではない。ある戦略（この場合は企業のイメージアップ）を持って建物緑化の導入を図る場合に AHP を用いて評価を行うことを想定しているため、設計者が意図する形態の範囲内において比較できれば良いので、必ずしも全ての建物形態が網羅されている必要はないという前提に立っている。

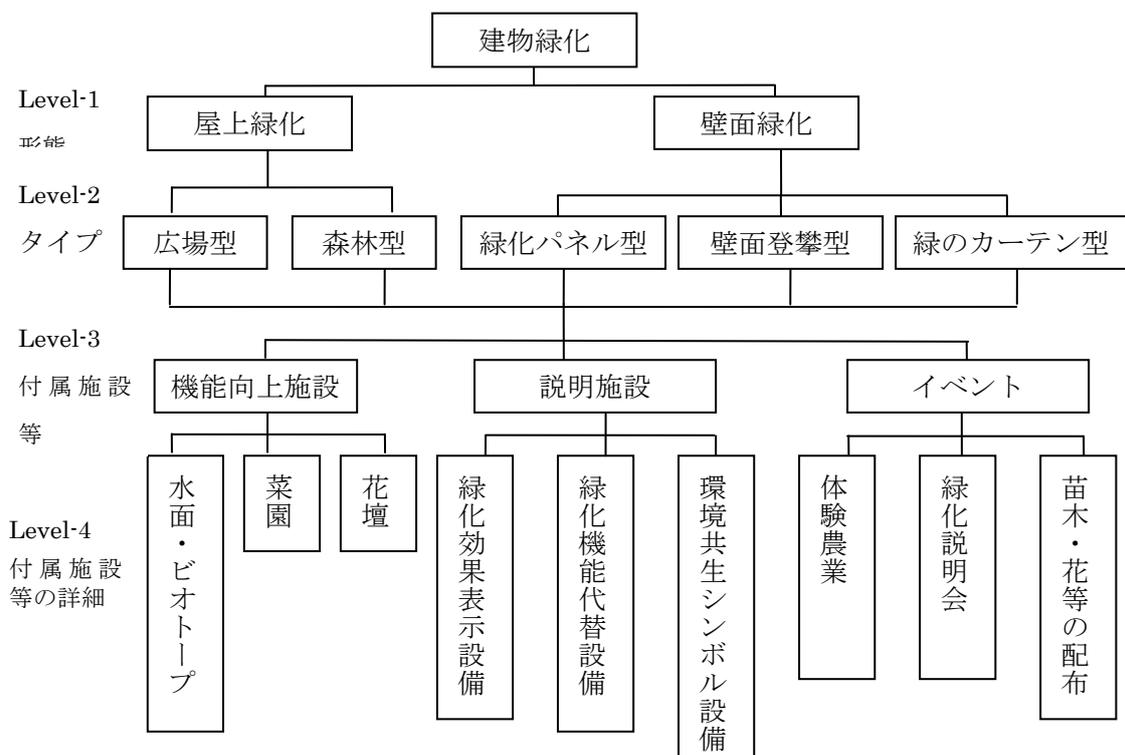


図 6-6 建物緑化の形態階層図

6.4 アンケート票の設計

アンケート調査においては現物を実際に見せることはできないので、何らかの方法で評価対象物を示さなければならないが、仮想市場評価法においては単に説明文のみでなく、出来る限り図や写真などで説明することが求められている⁶⁾。このため、本アンケート調査における評価（一対比較）では、各々の要素を代表する写真（全てカラー写真）を 3 枚ずつ並べ、それらを被験者に比較させた。

【屋上緑化】				【壁面緑化】				
写真 6-1		写真 6-4						
写真 6-2		写真 6-5						
写真 6-3		写真 6-6						
<p>問 1) 民間企業が整備する緑化について、あなたは屋上緑化と建物緑化のどちらに強いメッセージ性を感じますか？</p>								
	屋上	かなり屋上	やや屋上	同じ	やや壁面	かなり壁面	壁面	
屋上緑化	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	壁面緑化

図 6-7 アンケート票の回答欄例

※写真 6-6 は安城市役所 HP より

例えば、図 6-6 の Level-1 の階層である屋上緑化と壁面緑化の比較では、図 6-7 のように、民間企業がイメージアップのために整備する緑化について、屋上緑化と建物緑化のどちらに強いメッセージ性を感じるかという質問を尋ねた。そして、その回答は、①屋上緑化、②かなり屋上緑化の方、③やや屋上緑化の方、④屋上緑化と壁面緑化どちらも同じ、⑤やや壁面緑化の方、⑥かなり壁面緑化の方、⑦壁面緑化、のうちのどれかを選択することとした。この作業を一対比較という。

この質問のように、比較する要素が 2 つの場合には、相対的にどちらの要素を評価するのかを尋ね、これによってそれぞれの要素間の重要度を求めることになる。しかし、図 6-6 の Level-2

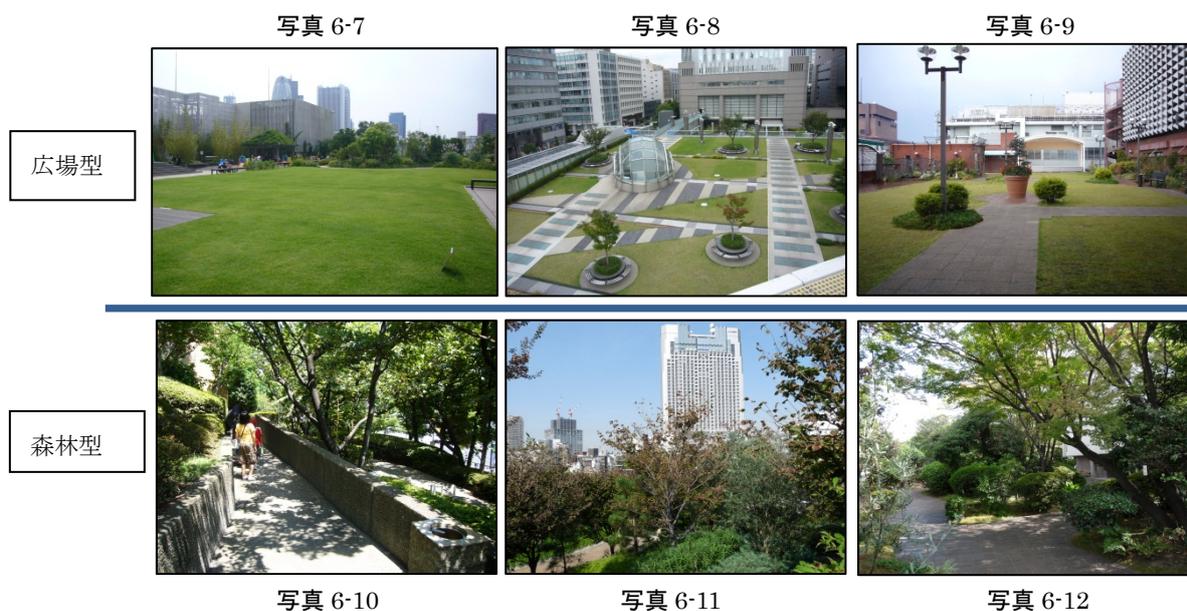
に相当する壁面緑化の形態である「緑化パネル型」・「壁面登攀型」・「緑のカーテン型」のように、比較する要素が3つの場合には、これらの3つの要素から2つずつを取り上げて一対比較を行うことになる。その一対比較の組み合わせは3通りあるので、質問も3つの問いを設けることになる。

ちなみに、要素が4つの場合には、6通りの比較を行わなければならないので被験者には負担が大きくなる。このため、要素が4つの場合には通常は一対比較は行わない。次ページに、「緑化パネル型（特殊な緑化用パネルを取り付けるもの）」・「壁面登攀型（壁面に直接ツタなどを這わすもの）」・「緑のカーテン型（ネットに蔓性の植物を這わすもの）」の一対比較の比較写真例を掲示した。

図6-6のLevel-1からLevel-4までは、同様の要素間の一対比較を行うことによって各階層における各々の要素の重要度が求められる。なお、Level-1からLevel-4までの間に、こうした一対比較の質問が合計17問続くことになる。

ところで、Level-4における項目には、建物緑化の機能を向上させる施設として、水面・ビオトープ、菜園、花壇をあげているが、壁面緑化には水面や菜園、それに花壇は設けられないのではないかという指摘が想定される。確かに壁面緑化には水面は設けられないが、ビオトープはもともと生物群集の生息空間を意味するものであり、必ずしも水面が必須というわけではないし、壁泉のように水景を設けることは可能である。また、ツルレイシ（ゴーヤ）で壁面緑化を行うことは多く、中にはキュウリや葡萄、パッションフルーツなどを緑のカーテンに使用している事例もある。さらに、壁面に花を用いたパネル型緑化も存在するため、これらの項目は屋上緑化同様に壁面緑化にも該当するという前提で質問を組み立てている。さらに、Level-4の説明施設のうち、緑化効果表示施設とは、例えば温熱環境改善効果を示すような施設を指す。こうした施設を

【広場型】と【森林型】の比較



設置することによって、その効果が数値として理解できるようになる。また、同じく説明施設の緑化機能代替施設とは、例えば建物緑化の持つ保水機能を代替する機能を持つ雨水貯留施設などを指す。さらに環境共生シンボル施設とは、環境共生への取り組みをシンボリックに示す施設のことをさしており、例えば、太陽光発電施設や風力発電施設などが該当する。そして、こうした評価要素の説明には、基本的には3枚ずつの写真を用いた。

【緑化パネル型】と【緑のカーテン型】の比較



【緑化パネル型】と【壁面登攀型】の比較



*緑のカーテン型と壁面登攀型の比較は、上記のそれぞれの写真群と同じものを組み合わせて一対比較した。

Level-3 の内容

【機能向上施設の有無】 機能向上施設とは、建物緑化の機能を向上させるための付帯施設であり、以下の写真のように、水面を設けて小動物や昆虫などが飛来できるビオトープや、市民に貸し出す菜園や、四季の移ろいを感じさせる花壇などを指す。

写真 6-25



ビオトープ

写真 6-26



園芸菜園

写真 6-27



花壇

【説明施設の有無】 説明施設は、建物緑化の効果を説明する施設である。ヒートアイランド現象の緩和などの建物緑化の効果は、建物緑化を見ているだけではその効果が分からないので、地表面などの温度を示すデジタル温度計によってその効果を示したり、緑化機能を代替・補完する雨水貯留タンクなどの設置でその効果を示すこともある。また、地球環境改善に資する象徴的な施設である太陽光発電パネルや風力発電設備などを併設したりすることもある。

写真 6-28



地表面の温度表示

写真 6-29



雨水貯留タンク

写真 6-30



風力発電設備

【イベントの有無】

建物緑化というフィールドを用いて、緑化相談会や自然説明会を開催したり、菜園で体験農業の講習を開いたり、苗木や花の配布をするなどの各種のイベントが開催することによって、建物緑化への理解を促すことがある。

写真 6-31



菜園での体験農業

写真 6-32 (財)都市緑化機構提供写真



花や苗木の配布

写真 6-33



説明会の開催

Level-4 の内容

Level-3 で設定した建物緑化の機能向上施設、説明施設、イベントのうち、機能向上施設は、さらに以下のものに分類できる。

【水面・ビオトープ】

屋上であっても、屋根の防水や耐荷重に考慮すれば池などの水面も設けらる。都市内に設けられた水面は野鳥や昆虫などの小動物のためのビオトープとなり、都市の生物多様性の確保に貢献する。

写真 6-34



ビオトープ

写真 6-35



ビオトープ

写真 6-36



修景池

【菜園】

建物の屋上は日当たりが良く、特に高い屋上では害虫も飛来しづらいので菜園に適している。しかも職場や居住地に近いところに設けられるので、日々の管理が楽でストレス解消の場にもなる。また、屋上緑化ばかりでなく、壁面緑化についても、キュウリやゴーヤを使えば菜園と同様に栽培と収穫の楽しみが得られる。

写真 6-37



菜園

写真 6-38



菜園

写真 6-39



緑のカーテンに実ったゴーヤ

【花壇】 四季折々に咲き誇る花々は、都市に美観の向上と季節感をもたらす。また、花壇は壁面緑化にも設けることが可能である。

写真 6-40



花壇

写真 6-41



花壇 (バラ園)

写真 6-42 鈴木弘孝氏提供写真



壁面花壇

建物緑化の機能を説明する施設（説明施設）は、次のように分類できる。

【緑化効果表示設備】

ヒートアイランド現象の緩和などの建物緑化の効果はすぐに分かるものばかりではないので、地表面の温度を示すデジタル温度計によってその効果を示したり、サーモグラフィによる熱映像で示したりすることがある。

写真 6-43

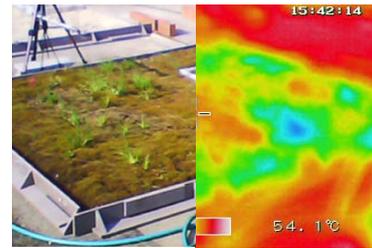


デジタル温度計の表示

写真 6-44



写真 6-45



サーモグラフィによる熱映像表示施設

【環境共生シンボル設備】

地球環境改善に資する象徴的な施設である太陽光発電パネルや風力発電設備などを併設することがある。

写真 6-46



太陽光発電パネル

写真 6-47



風力発電設備

【緑化機能代替設備】

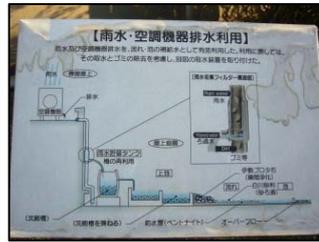
建物緑化の機能を代替・補完する施設として、例えば雨水貯留タンクなどが設置されることがある。

写真 6-48



雨水貯留タンク

写真 6-49



雨水貯留タンク説明板

建物緑化に関するイベントには、以下のものがある。

【体験農業】

写真 6-50



写真 6-52

写真 6-51



写真 6-53

写真：花博記念
協会提供

【緑化説明会】



【苗木・花や種の配布】

写真 6-54



写真 6-55



※左右の写真：(財)都市緑化機構提供

以上のように、設定した階層図に基づいて建物緑化の要素毎の一対比較を行っていけば、その結果の分析から各要素の重みを得ることができる。この重みは、全体を 1 とした場合の相対的な重みとして評価される。

ただし、この重みは、全体に対する相対的な重みとしてしか得られないために、その効果の絶対値は分からない。このため、全体の宣伝効果にかかる便益値を導く必要があるので、特定の屋上緑化と壁面緑化の事例一つずつについて、CVMによりその便益値を導くこととした。

具体的には、屋上緑化及び建物緑化の民間事例 1 つずつについて、それぞれ異なるアングル

から撮影した 4 枚ずつの写真を示し、この建物緑化の事例から感じられるメッセージに対していくら寄付金を支払うかという質問を行った。この屋上緑化の面積は 2,850 m²、壁面緑化は 400 m²である。ここで尋ねた事例はあくまで個別事例であり、CVM の手法としては第二章で設計したものとは異なるが、AHP を使って建物緑化を構成する各要素の評価を行った場合には、このような CVM を併せて実施する場合が多い。

写真 6-56



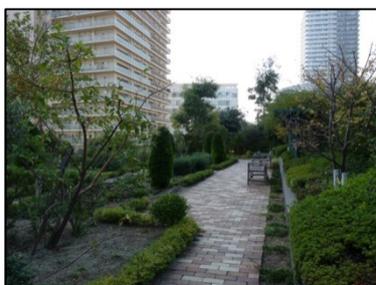
写真 6-57



写真 6-58



写真 6-59



CVM 調査の調査対象事例（屋上緑化、面積 2,850 m²）

※左側の 2 枚の写真：(株) 湊町開発センター提供。※写真は全て同一事例を異なるアングルから撮影したものである。

写真 6-60



写真 6-61



写真 6-62



写真 6-63



CVM 調査の調査対象事例（壁面緑化、面積 400 m²）

※写真は全て同一事例を異なるアングルから撮影したものである。

なお、AHP による具体のアンケート調査票の構成は、最初に簡単な建物緑化の説明（近年増加している建物緑化は民間企業のイメージアップとして整備することが多く、これらには様々なメッセージが込められているという図 6-8 の説明書）を読んでもらい、その上で、各要素の一対比較の質問を尋ねた。

近年、建物の屋上や壁面を緑化する建物緑化の事例が全国で増えてきています。建物緑化にはヒートアイランド現象の緩和や都市景観の改善をはじめ、身近な緑とのふれ合いによる都市住民のストレスの緩和、生物多様性の向上、CO₂ の削減、雨水の一時貯留などの様々な効用が期待されています。このため、特に地球や地域の環境向上に取り組む民間企業では、次の写真のように社会的貢献活動の一環として自社ビルや工場などの建物緑化に取り組み事例が多く見られます。



【屋上緑化】



【屋上緑化】



【壁面緑化】



【壁面緑化】 ダイトウテクノグリーン（株）提供写真

これらの建物緑化については、これらを整備した企業の様々なメッセージが込められています。例えば、地球温暖化やヒートアイランド現象緩和への取り組み、省エネルギーの取り組み、自然環境の確保と保全（都市の生物多様性の確保）への取り組み、子供の教育の場の提供への取り組み、地域コミュニティの醸成、近隣住民の憩いの場の提供、地域景観の向上への取り組みなどに対する企業の姿勢を示すものです。こうした社会貢献として整備される建物緑化に関して次の質問にお答え下さい。

建物緑化は、大きく屋上緑化と壁面緑化に分かれます。屋上緑化とは写真のように、建物の屋上に樹木を植えたり芝生を張ったりして一種の庭園を設けるものです。一方、壁面緑化は、建物の壁面に特殊な緑化パネルを取り付けたり、壁面にツタをからませたものなどがあり、他にもアサガオやゴーヤなどの蔓性の植物をネットに這わせる通称「緑のカーテン」もあります。

図 6-8 説明書

6.5 アンケート調査の実施

アンケート調査の実施は、短期間に低コストで実施が可能な WEB アンケートにて実施した。WEB アンケート調査の委託の実施は専門業者である株式会社バルクに委託した。被験者は東京 23 区内住民（300 名）とし、男女比は 2005 年の国勢調査に基づいて実際の人口構成に合わせて半々とした。なお、WEB アンケートの場合は登録モニターが比較的若い世代が多いので、東京

23 区内の年齢構成比に合わせて、表 6-1 のように年齢別被験者数を設定した。

WEB アンケート調査は専門業者にその実施を委託したため、登録モニター354 人から回答があり、ここから矛盾票をを省いた後にランダムに上記年齢構成の 300 票が抽出された。AHP では、先に述べたように比較対象が 3 つ以上の場合には 2 つずつの要素を比較することになる。この場合に、例えば各要素 (A、B、C) について、 $A > B$ 、 $B > C$ 、 $C > A$ という評価がなされれば明らかに矛盾している。こうした矛盾票は省くことになる。なお、WEB アンケート調査の実施日は 2010 年 1 月 8 日～1 月 11 日の間であった。

表 6-1 年齢別被験者数

年齢区分(歳)	18～29	30～39	40～49	50～59	60歳以上	計(人)
男性	30	33	24	27	36	150
女性	30	33	24	24	39	150

6.6 結果と考察

AHP によるアンケート調査では、図 6-6 における各 Level の項目毎に、それぞれどちらにより強いメッセージ性を感じたかを尋ねるが、それぞれの評価選択肢毎に次のような重み付けを設定した。

「屋上緑化」を選択=4、「かなり屋上緑化」を選択=3、「やや屋上緑化」=2、屋上緑化と壁面緑化と「同じ」=1、「やや壁面緑化」= 1/2、かなり壁面緑化=1/3、壁面緑化=1/4

全てのアンケート票 (300 名の被験者) の回答にこの重みを当てはめ、さらにその幾何平均を求めれば表 6-2 左表の一対比較表の係数が得られる。表 6-2 右表はそれぞれの項目の重要度の内訳である。表 6-2 の重要度は各々の評価要素毎に求められるので、図 6-6 の形態階層図の下位の要素は、上位の要素の重要度を乗ずることにより求めることができる。

前述した調査方法に則って、各要素の重要度を整理したのが表 6-3、6-4 である。表 6-3 から、比較する項目毎の重要度の大きさによってどの項目がより効果が大きいか分かる。また、表 6-4 は、表 6-3 の項目の機能向上施設・説明施設・イベント内容の内訳を示している。これらの表から、例えば、屋上緑化の方が壁面緑化よりも高い重要度を示しているので、壁面緑化よりも屋上緑化を設置した方が、イメージアップには効果が高いということになる。

また、屋上緑化のうち、森林型の方が広場型よりも重要度が高いため、より自然度の高い整備の方がメッセージがより伝わりやすいことが伺える。さらに壁面緑化の三つのタイプについては緑化パネル型が最も効果が高いという結果になっている。また、付属施設としては機能向上施設

表 6-2 屋上緑化と壁面緑化の一対比較表と重要度

屋上緑化と壁面緑化の一対比較			重要度	
緑化種類	屋上緑化	壁面緑化	緑化種類	重要度
屋上緑化	1	1.031	屋上緑化	0.508
壁面緑化	0.970	1	壁面緑化	0.492

が、説明施設やイベント開催よりも高い評価に、さらにそのうちの機能向上施設については菜園が最も評価が高くなっている。

なお、説明施設については、効果を直接的に説明する効果表示施設よりも、シンボリックにメッセージを代弁する環境共生シンボル施設の方が効果が大きいことが伺える。さらにイベントでは体験農業の評価が高かったが、体験農業の評価が高かったことは、機能向上施設で菜園の評価が高かったことと一致する内容となっている。

機能向上施設が説明施設よりも高い効果を示すという本調査結果は、直接的に効果を説明するよりも、イメージ的に効果が伝わるような施設の方が効果的だということであり、これは本章の冒頭で説明した、異なる情報を与えるという CVM 調査結果において、テーマを絞った単純な説明書の方が効果が高かったという調査結果と合致する結果である。

表 6-3 重要度の総合表

建物緑化の 機能	屋上緑化		壁面緑化			重要度 の合計
	広場型	森林型	緑化パネル型	緑のカーテン	壁面登攀型	
機能向上施設	0.078	0.113	0.063	0.060	0.063	0.378
説明施設	0.057	0.083	0.046	0.044	0.046	0.276
イベント	0.072	0.104	0.058	0.055	0.057	0.346
小計	0.207	0.300	0.167	0.159	0.166	
重要度の合計	0.508		0.492			1.000

表 6-4 各施設の重要度

機能向上施設		説明施設		イベント内容	
水面・ビオトープ	0.133	効果表示	0.085	体験農業	0.133
菜園	0.155	環境共生シンボル	0.106	緑化説明会	0.100
花壇	0.130	機能代替	0.085	苗木等配布	0.112
小計	0.378	小計	0.276	小計	0.346

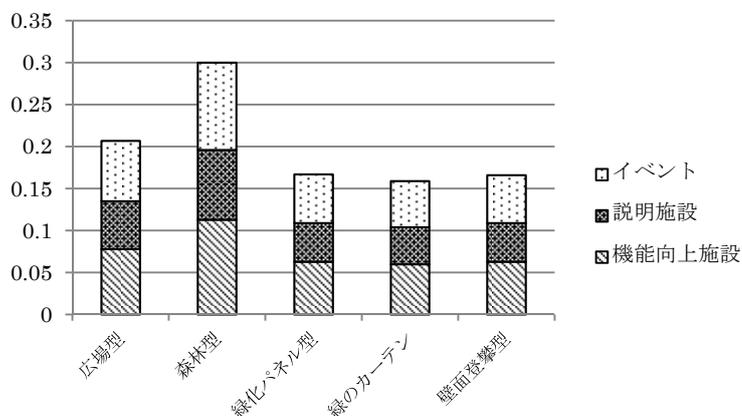


図 6-9 各要素の重要度の比較

6.7 支払意思額

アンケートの設問中の CVM によって得られた支払い意思額 (WTP) の集計結果は表 6-5 のとおりであり、WTP 平均値は屋上緑化で 412.80 円、壁面緑化で 217.17 円であった。また、屋上緑化、壁面緑化とも、支払い意思のある者で最多度数を示した金額は 100 円であった。

CVM による対象は特定の屋上緑化 (2,850 m²) ・壁面緑化 (400 m²) の事例について尋ねたものであり、1 m²あたりでは壁面緑化の方が大きい値を示している。

表 6-5 屋上緑化事例及び壁面緑化事例における支払い意思額 (WTP)

屋上緑化		壁面緑化	
WTP(円)	度数 (人)	WTP(円)	度数 (人)
0	54	0	74
10	12	10	17
20	6	20	9
50	16	50	40
100	78	100	60
200	15	200	34
500	52	500	36
1,000	62	1,000	29
3,000	3	3,000	1
5,000	1	5,000	0
10,000	1	10,000	0
計	300	計	300

* 支払い意思額は寄付金を想定している。

表 6-6 建物緑化の宣伝効果

	屋上緑化	壁面緑化
一人当たりの WTP 平均値	412.80 円	217.17 円
調査対象事例の面積	2,850 m ²	400 m ²

6.8 第六章の結論

本章では、別の被験者グループにそれぞれ異なる情報を与えるという CVM を実施することによって、受益者への適切な情報提供が、建物緑化の便益を 3 割以上も向上させることにつながることが確認できた。この調査結果は、建物緑化の社会的便益を向上させるには、その設置面積を増やすことよりも、受益者に適切な情報を提供する方が効率が良いことがありえるということを示している。従来は、ソフト的な施策は従属的にしか扱われてこなかったが、本調査結果からは、ハードの整備と同様に、情報提供等のソフトな取り組みが不可欠であることが導かれる。また、整備にあたっては、適切な説明施設の設置が効果的だということも明らかになり、今後の建物緑化のデザインに活用できる知見と考えられる。

建物緑化の形態に関する分析結果では、最もイメージアップに効果的な組合せは、森林型の屋上緑化に機能向上施設のうち菜園を設けることが望ましく、壁面緑化の場合には、緑化パネル型にやはり機能向上施設を設けることが望ましいこととなった。なお、説明施設については、効果を直接的に説明する効果表示施設よりも、シンボリックにメッセージを代弁する環境共生シンボル施設の方が効果が大きかったが、このように感覚的に体感できる情報伝達方式の方が被験者に情報がよく伝わるという調査結果は、異なる情報を与えた CVM 調査で、単純で分かり易い情報の方が伝わりやすいという結果と合致するところである。また、イベントでは体験農業の評価が高かったが、これは、説明会といった受動的なイベントよりも能動的なイベントの方が効果が大きいということを示している。

本章では、図 6-5 に示された主体的民間設置事例の一番目の目的である宣伝効果について論じたが、次章において、二番目の目的である誘客効果を狙った建物緑化事例を取り上げ、建物緑化の特性について考えてみる。

第六章の参考・引用文献

- 1) 屋上緑化アンケート調査業務報告書（2008）独立行政法人建築研究所, pp.1-5
- 2) 都市緑化技術 74 企業と都市緑化特集号（2009）機関誌「都市緑化技術」編集委員会：（財）都市緑化技術開発機構, pp.6-23
- 3) 環境ビジネス 6（2008）（株）日本ビジネス出版, pp.44-45
- 4) 山中真・小井手一春・根本哲也・伊藤安海・野田信雄・小野寺理江・根本尚子・松浦弘幸(2008) 階層分析法（AHP）を用いた医療事故の要因分析と対策：バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.10(2), pp.107-112
- 5) 武藤正樹・有川智・阪田知彦・木内望（2008）松山地方気象台庁舎を題材とした保存・活用の要素を勘案した価値評価の試行日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題, pp.1297-1298
- 6) 仮想市場評価法（CVM）適用の指針（2009）国土交通省, p.19

第七章

建物緑化の特定機能（誘客機能）の評価手法

本研究は、総合計測法である CVM を基に論じてきたが、実際の現場では、建物緑化の個別の機能に着目してその便益を算定する必要性が生じる可能性がある。例えば、建物緑化推進のために地域の緑化活動の助成事業を計画する場合に、緑の育成による地域コミュニティの醸成効果を求める必要が生じた場合や、病院で園芸療法が可能な屋上緑化を企画する場合に、その便益を金額換算すると幾らになるのかといったように、事業目的に応じて、建物緑化が有する個別の機能についてその便益を求める必要性が生じる可能性がある。このため、本章では、そのケーススタディとして、誘客効果を目的とした事例を取り上げて実施するものとする。

第六章の冒頭で述べたように、建物緑化管理者へのアンケート調査では、民間が自主的に建物緑化を設置する事例の設置目的の一番目は宣伝目的だったが、二番目はショッピングセンターやホテルに設置される建物緑化による誘客目的だった。本章では誘客機能に着目してその効果を調査することとする。特に、最近では建物緑化が有する誘客効果に期待して商業施設の屋上や壁面を緑化する事例が見られるようになってきており、既往文献^{1,2)}でも建物緑化の誘客効果について述べられている。また、鈴木らが行った建物緑化事例のアンケート調査³⁾では、既往の出版書籍をもとに、緑化面積が 100 m²以上の屋上緑化を持つ建築物を 201 事例抽出しているが、これらの事例のうちでショッピング機能を有する商業施設は 21 事例が数えられている。

ところで、具体のケーススタディの対象事例を選定する必要があるが、一般に、特定街区制度や都市再生特区制度などによる広義の都市再開発事業においては、建物緑化をはじめとした都市緑化が環境貢献措置として位置づけられ、緑化の整備によって、通常の都市計画で認められている容積率以上の容積率のボーナスが認められている。このように、制度上のメリットを得るために建物緑化を設置したり、あるいは、法的に義務付けられて建物緑化を設置する事例は多いが、大阪のなんばパークスの場合は、わざわざ容積率を余らせてまでも建築物の外形をテラス状にし、そこに屋上緑化や壁面緑化を大規模に設置した事例である。なんばパークスの管理事業者へのヒヤリング調査からは、誘客を目的として自主的に緑化を計画したという回答が得られており、実際に商業施設としての建物緑化の規模は我が国最大級である。このため、建物緑化によって最大どれほどの誘客効果が見込めるかということを知るために、なんばパークスを対象として、利用者への面談形式のアンケート調査によって建物緑化がどれだけ売上に貢献しているかを調査した。

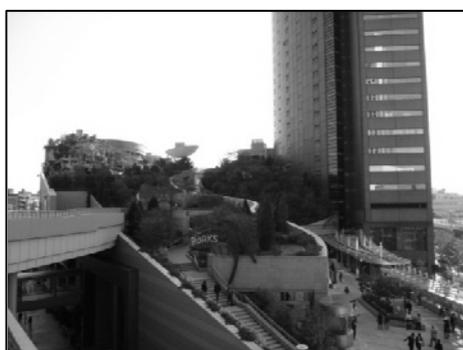


写真 7-1 なんばパークスの建物緑化

7.1 調査方法

「なんばパークス」は、大阪市浪速区に位置する建築面積 25,500 m²の大規模複合商業施設であり、レストランや映画館をはじめとした多くのテナントを有する。本建物のテラス状の屋上には合計 11,500 m²の屋上庭園が設けられ、そのうち緑地が 5,300 m²を占め、併せて壁面にも適宜緑化が施されている。

この「なんばパークス」を訪れた利用客に対して、面接方式の表明選好法を用いて「なんばパークス」への来訪動機のうち、建物緑化がどれだけ影響したかを尋ねた。すなわち、なんばパークスに来場した動機のうち建物緑化がどれほどの割合（建物緑化の影響度）を示すかを直接被験者に尋ねたものである。本来ならば、間接的にでも客観的データをもとに建物緑化による来訪動機を導くことが望ましいが、今回は新たな試みとして敢えて表明選好法によってそれを尋ねた。それは適切な客観的データが無いという事情もあるが、今後顕示選好法などで同じく建物緑化の誘客効果を求めた場合には、表明選好法による測定値との比較ができるため、今回の表明選好法による調査の実施は意義があると考えたためである。

ただし、この質問は極めて抽象的な内容なため、質問の意図が明確に被験者に伝わるように面接方式のアンケート調査を採用した。また、調査員が調査の主旨を明確に被験者に説明し、被験者の有する来訪の動機割合を正確に引き出す必要がある。こうした面接方式のインタビュー調査はそれなりの技術と経験を要するため、インタビュー調査経験の豊富な専門の調査員 8 人(全員女性)によって実施した。アンケート調査の実施業務は(株)コンサルテック社に委託した。

なお、インタビューに際して被験者の属性が偏らないように、性別や年齢はなるべく異なった者に声をかけるとともに、複数人からなるグループに対してはその中の 1 人にもみ尋ねるよう調査員には指示した。



写真 7-2 アンケート調査の様子

また、被験者の属性や行動動態などを調べるために、以下に掲げた合計 20 項目の質問を行った。

(属性質問)

問-1；居住地（市区町村まで）

問-2；利用交通機関（複数回答可）

1.徒歩 2.自転車 3.マイカー 4.列車 5.タクシー、6.その他

問-3；列車の場合の居住地の最寄り駅

問-4；行程（片道）に要した時間（到達所要時間）

問-5；年齢

1.十代 2.二十代 3.三十代 4.四十代 5.五十代 6.六十代 7.七十代以上

(行動動態に関する質問)

問-6；なんばパークスへの来訪頻度

1. 初めて 2. 毎日 3. 週に（ ）回 4. 月に（ ）回 5. 年に（ ）回

問-7；同行者（複数回答可）

1.夫婦で 2.家族と 3.友人と 4.職場の同僚と 5.恋人と 6.一人で 7.その他

問-8；複数の場合に、何人で来訪したか（本人含む）

問-9；来場目的（複数回答可）

1. ショッピング、 2. 散策 3. 屋外での休息・遊びなど
4. 映画鑑賞 5. 食事 6. 習い事、7, その他

問-10；なんばパークスには緑が多いと思うか？

1. 思う 2. 思わない 3. どちらとも思わない

問-11；問-10の回答が1の場合に、緑が多いことは来られる前から知っていたか？

1.知っていた 2.来て初めて知った

問-12；なんばパークスにはパークスガーデンの緑があるが、ここには緑がなくても来たか？

1. 建物緑化があったから来た。
2. いくらかは建物緑化が影響している。
3. 緑はあってもなくとも関係なく来た。

問-13；なんばパークスに来た動機のうち、建物緑化の占める割合（緑の影響度）は、数字で例えると何%ぐらいか？

問-14；今日はなんばパークス以外のどこかに行ったか、あるいは行く予定か？

1. はい 2. いいえ

問-15；「はい」の場合にそれはどこか？

問-16；なんばパークスの魅力は何か？（複数回答可）

1. 立地条件が良い
2. 多様な商業施設（色々な種類のお店がある）
3. 豊富な品揃えのお店がある
4. 緑化された空間
5. 建物のデザイン
6. 賑わい
7. その他

問-17； なんばパークスを最初に何で知ったか？

1. 口コミ
2. 折り込みチラシ
3. TV
4. インターネット
5. 釣り広告
6. 新聞
7. 雑誌
8. わからない
9. その他

問-18； 今日はこのテナントに入る予定か・あるいは入ったか？（複数回答可）

- 1.映画館
- 2.喫茶・レストラン
- 3.服飾系専門店
- 4.本屋
- 5.家具・雑貨店
- 6.その他

問-19； 本日のなんばパークスでの総消費額（予定額も含む）はいくらか？

問-20； なんばパークスへの要望（自由回答）

アンケート調査は2009年11月7日（土）の開店時間の11時から15時にかけて「なんばパークス」の入口エントランス付近で実施した。天候は快晴で、平均気温 17.4℃だったため、当日の「なんばパークス」は心地良い陽気だった。

7.2 調査結果

調査当日にインタビューアンケートを依頼した利用客は合計 597 名だったが、そのうち拒否者は 387 名だった。回答の得られた者 210 名のうち 7 名分が回答不十分でサンプルとして不適切な無効票だったので、有効票は 203 票となった。このため、回答率は 34.0%となり、その内訳は表 7-1、7-2、7-3 のとおりである。なお、今回の調査では 18 歳以上を対象とした。

本アンケート調査で最も肝要な質問が、問-13 の「なんばパークスへの来訪動機の中の建物緑化の閉める割合（建物緑化の影響度）」である。回答の得られた 203 名の建物緑化の影響度の平均値は実に 18.3 %に及んだ。また、問-19 では当日の消費額も併せて尋ねているため、建物緑化によって増加した消費額が算定でき、これが建物緑化の効果とみなせる。よって、被験者 i が示した建物緑化の影響度を g_i (%) とし、各被験者の消費額を C_i (円)、総被験者数を N とすれば、緑地の存在による一人あたりの経済効果 GE (円) は、式 7-1 にて求めることができる。

$$GE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{g_i}{100} \times C_i \quad (\text{式 7-1})$$

表 7-1 回答者集計数（男性）

グループ	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70以上	合計
夫婦	0	2	5	1	4	1	0	13
家族連れ	0	1	5	3	0	3	0	12
友人	0	3	0	1	0	0	0	4
職場同僚	0	0	0	0	0	0	0	0
恋人同士	4	16	1	0	0	0	0	21
一人	2	12	8	7	2	3	0	34
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	6	34	19	12	6	7	0	84

表 7-2 回答者集計数（女性）

グループ	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70以上	合計
夫婦	0	0	2	0	0	2	1	5
家族連れ	0	3	19	14	2	0	1	39
友人	1	4	5	2	2	0	0	14
職場同僚	0	1	0	0	1	0	0	2
恋人同士	0	5	2	0	0	0	0	7
一人	2	17	6	9	10	6	2	52
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	3	30	34	25	15	8	4	119

表 7-3 回答者集計数（総合）

性別	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70以上	計
男性	6	34	19	12	6	7	0	84
女性	3	30	34	25	15	8	4	119
計	9	64	53	37	21	15	4	203

こうして得られた緑地の存在による一人あたりの経済効果 *GE* を計算すると、今回の調査では利用客 1 人当たり 1,155.2 円という高い値が得られた。

ちなみに、「なんばパークス」が公表している年間利用客数の最新統計には約 2,920 万人/年（2007 年 4 月～2008 年 3 月）がある。一方、屋外の緑地が快適に利用できる日を、日最高気温が 26℃以上で、かつ日最低気温が 10℃以上の晴れもしくは曇りの日と仮定して、2009 年の気象データから該当する日を抽出すると、年間 100 日間を導くことができる。これは 2009 年の大坂府における 4 月前半の雨天日を除く日最低気温平均値 10.38℃と、同じく 6 月前半における日最高気温平均値 26.40℃から設定したものである。

この快適に屋外を利用できる可能日数から、式 7-2 により、建物緑化の効果によって実に年間 9,241,600,000 円もの売上額が確保できたことになる。また、経済産業省 HP に掲載されている統計⁴⁾からは、小売企業における売上高営業利益率は、小売業平均で 2.1%となっているので、なんばパークスの建物緑化による年間利益は 194,073,600 円と推定できる。

$$2,920 \text{ 万人} \times 100 \text{ 日} \div 365 \text{ 日} \times 1155.2 \text{ 円} = 9,241,600,000 \text{ 円} \quad (\text{式 7-2})$$

$$9,241,600,000 \text{ 円} \times 0.021 = 194,073,600 \text{ 円}$$

既往文献⁵⁾からは一般におおよそ屋上緑化 1 m²あたり 60,000 円の整備費と年間管理費 4,500 円/m²・年を要するとされるので、これを「なんばパークス」の屋上緑化規模（11,500 m²）に当てはめると、おおむね整備費 690,000 千円、維持管理費 51,750 千円/年を要すると推定できる。

一般に防水シートの耐用年数が 20 年とも言われているので、整備費は 20 年以内で償還されることが理想だが、「なんばパークス」のケースで整備・維持管理費を誘客効果による利益と比

較すると、1年間に得られる純利益約142百万円(194,073,600円-51,750,000円〔年間維持管理費〕)によって、整備費の690百万円を償還することになるので、実に数年で元がとれるほどの利益増の計算値が得られたことになる。ただし、本推計はあくまでなんばパークスの諸元や文献データなどから一般値を推計したものであり、実際の整備費用や利益率などを反映したものではない。

7.3 建物緑化の影響度と他の回答との関係

「なんばパークス」利用者のうち、どのような属性の人がより建物緑化を目的にして来訪しているのか、また建物緑化を指向する者はどのような行動傾向があるのかなどを検証してみる。以下のようにそれぞれの仮説毎に考察を行った。

仮説-1; 年齢によって建物緑化への指向が異なる。例えば、年齢が高いほど自然を求めるなど。

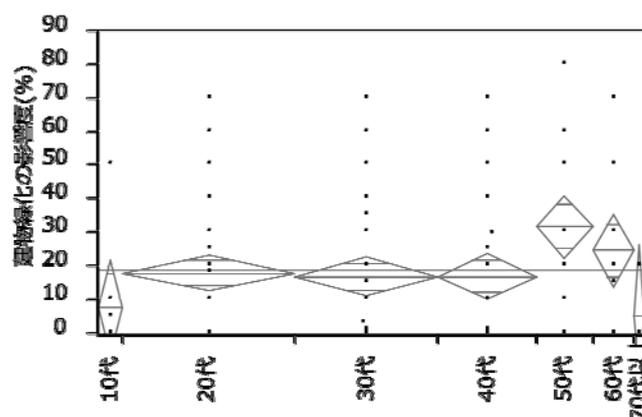


図 7-1 利用者の年齢と建物緑化の影響度の関係

図 7-1 は被験者の年齢と緑の影響度との関係を示したものである。年代毎に描かれている菱形の中心の値が各年代の平均値であり、菱形の上下の端点が 95%信頼区間を表している。なお、横軸の間隔はサンプル数に比例しており、幅の広い年代ほどサンプル数が大きいことを示している。図 7-1 を見ると、10代や70代の影響度の平均値が低く、50代、60代の影響度の平均値が高そうに見える。そこで、年代によって建物緑化の影響が異なるかどうか、全ての年代の建物緑化の影響度の平均は等しいという帰無仮説の下、分散分析を行った。その結果、F 値は 2.280、p 値は 0.038 となり、帰無仮説は棄却され、全体として年代間で建物緑化の影響度の平均に差があることが分かった。そこで、次にどの年代間に差があるのかより詳しく調べることにした。ここでは、年代間のサンプル数の差があることから、Tukey-Kramer の HSD 検定を行った。その結果、年代による平均値の差は有意でない事が分かった。以上のことから、今回の調査では年齢によって建物緑化の指向が異なるとは言えなかった。

仮説-2; 性別によって緑の指向度が異なる可能性がある。

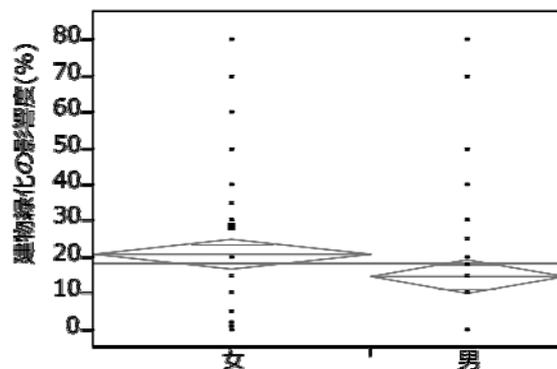


図 7-2 利用者の性別と建物緑化の影響度の関係

図 7-2 は利用者の性別と建物緑化の影響度の関係である。性別によって建物緑化の影響が異なるかどうか、分散分析を行ってみると、F 値が 4.074、p 値が 0.045 となった。このことから、5% 有意水準で女性の方が建物緑化の影響度が高いという有意な差が認められた。ただし、男性の平均が 14.7、女性の平均が 20.9 とその差はわずかである。

仮説-3；緑を目的として利用者がわざわざ遠くから来訪するとは考えづらいので、より緑を目的とする利用者は近隣居住者の方が多い。

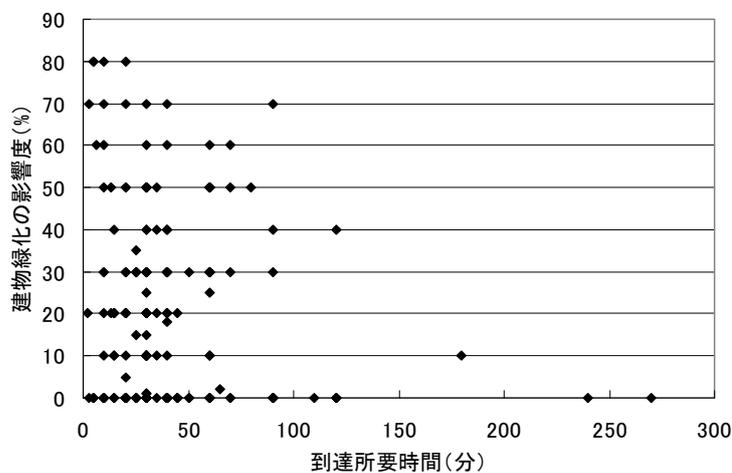


図 7-3 到達所要時間と建物緑化の影響度

図 7-3 は、なんばパークスまでの到達所要時間と建物緑化の影響度の関係である。その相関係数を調べると、-0.087 であり、無相関であると言える。よって、緑を目的とする利用者は近隣居住者の方が多いとは言えない。

仮説-4；一人もしくは少人数グループの方が緑を目的とする割合が大きい。

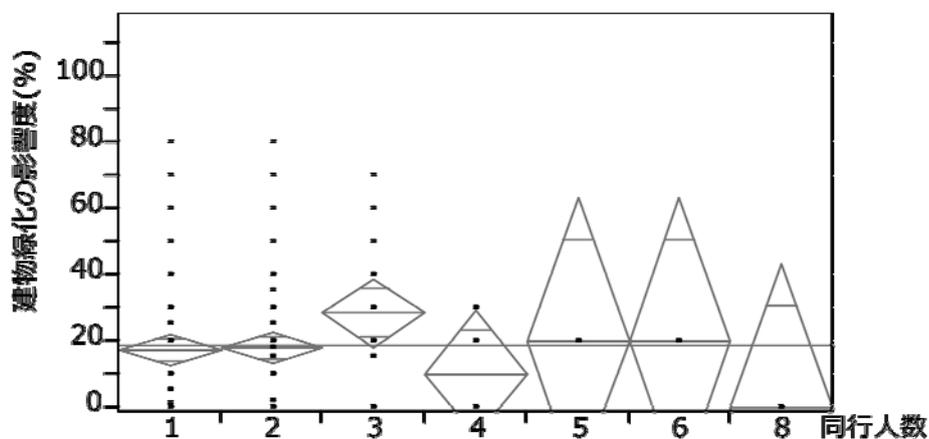


図 7-4 同伴人数と建物緑化の影響度の関係

図 7-4 のうち、同伴人数毎に描かれている菱形の中心の値が同伴人数毎の平均値であり、菱形の上下の端点が 95%信頼区間を表している。Tukey-Kramer の HSD 検定を行った結果、5%有意水準で有意な差があるとは言えなかった。

仮説-5；建物緑化を指向して来訪した者は目的が自然であるので、あまりショッピングは行わない。

図 7-5 は、建物緑化の影響度と消費額を比較したものである。建物緑化の影響度と消費額の相関係数を調べると、-0.028 であり、無相関であると言える。よって、緑を目的とする利用者は消費額が少ないとは言えない。

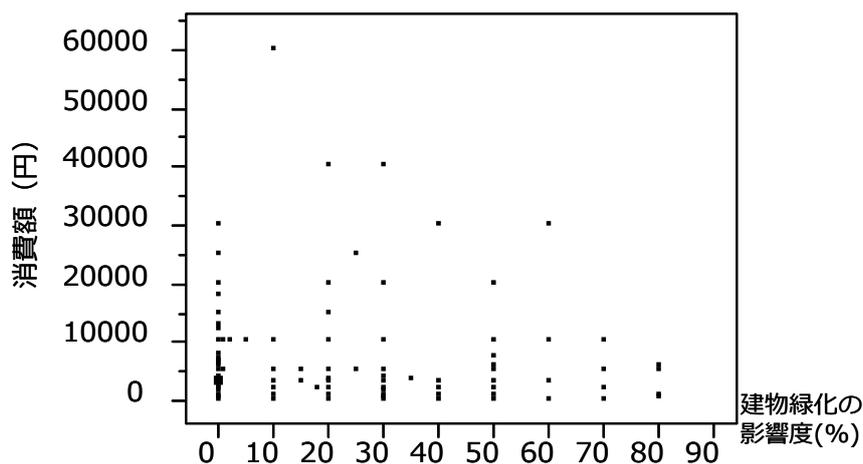


図 7-5 建物緑化の影響度と消費額

以上から、被験者の本来属性による傾向については、検定結果から年齢は建物緑化の指向性とは相関関係がないという結果が得られた。一方、性別に関しては男性よりも女性の方が建物緑化

への指向性が伺えた。さらに、被験者の行動に表れる傾向については、到達所要時間と建物緑化の影響度、同伴人数と建物緑化の影響度、及び消費額と建物緑化の影響度などの関係は相関関係がないという結果が得られた。その理由は、人々の建物緑化を指向する度合いは、身近に緑が無いから指向するといった補償的もしくは補完的な面は少なく、むしろ、個人の価値観に根付いたものである可能性が否定できない。

7.4 第七章の結果

本章では、個別の便益の推計方法のケーススタディとして、誘客機能を目的とした建物緑化事例の調査を実施した。ケーススタディ事例として選定したなんばパークスの結果から、建物緑化 1m²あたりかつ一人当たりの誘客効果の原単位を求めると、下式から 0.028 円/ m²・人（売上高ベース）と 0.0006 円/ m²・人（利益ベース）が得られた。ここで求めた結果は建物緑化の誘客機能を最大限引き出した場合の効果値とみなすことができる。

$$9,241,600,000 \text{ 円} \cdot \text{年} \text{ (建物緑化による年間売上高増分)} \div 11,500 \text{ m}^2 \text{ (建物緑化面積)} \\ \div 2,920 \text{ 万人} \text{ (年間客数)} = 0.028 \text{ 円/ m}^2 \cdot \text{人}$$

$$194,073,600 \text{ 円} \text{ (建物緑化による年間利益増分)} \div 11,500 \text{ m}^2 \text{ (建物緑化面積)} \\ \div 2,920 \text{ 万人} \text{ (年間客数)} = 0.0006 \text{ 円/ m}^2 \cdot \text{人}$$

なお、前項（7.3）における被験者の属性・動態と建物緑化の影響度との関連分析では、人々の建物緑化を指向する度合いは、身近に緑が無いから指向するといった補償的もしくは補完的な面は少なく、むしろ、個人の価値観に根付いたものである可能性が高いという結果が得られたが、この結果は、第三章で実施した建物緑化の限界効用逡減性の検証調査において、周辺の建物緑化の充足状況は建物緑化の評価値とは関連性がないという結果と一致する内容でもある。また、既往研究⁶⁾においても、居住地周辺の緑環境と都市公園の評価値とは関連性が無かったという調査結果が得られている。都市毎の建物緑化の WTP 平均値を示す図 2-12、2-13（p.46）で、各都市の自然状況等が異なるにも関わらず、思いのほかその値に違いが生じなかったも、建物緑化の指向度が周辺環境にはあまり影響を受けないことを示している可能性もある。

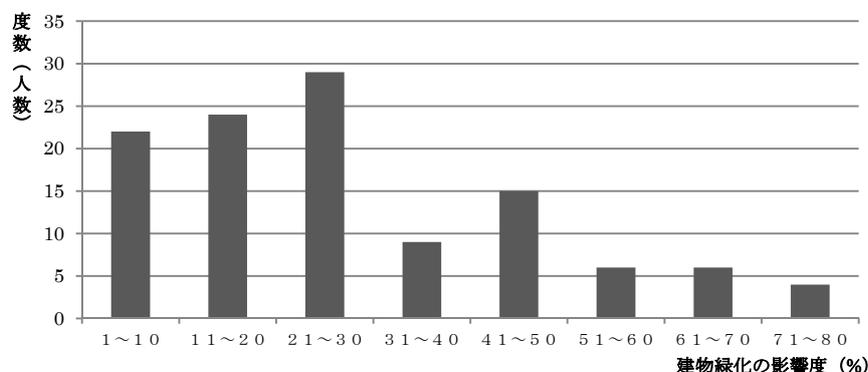


図 7-6 建物緑化の影響度の分布状況

また、なんばパークスへの来訪動機に建物緑化が影響したと答えた被験者について、その建物緑化の影響度を図 7-6 に示す。この図のように影響度の分布は幅広く、これから緑化の影響度は個人差が大きいことが分かる。

これらの特性から、建物緑化等の都市緑化は、単に都市政策において充足度といった量的整備のみを目指すべきでなく、むしろ、受益者の緑の満足度を向上させることを目指すべきであることが示唆される。すなわち、受益者のニーズに合致した質を伴う整備こそが必要だということが導かれる。

第七章の参考・引用文献

- 1) 環境ビジネス 6月号 (2008) 日本ビジネス出版, pp.42-43
- 2) NEO-GEREEN SPACE DESIGN ① (1995) (財)都市緑化技術開発機構, p.32
- 3) 鈴木弘孝・加藤真司・藤田茂・金甫炫 (2008) 屋上緑化施設の公開に関する実態調査:日本緑化工学会誌, Vol.35 No.1, pp.228-231
- 4) 経済産業省 HP < <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syokozi/result-2/h2c6klaj.html#menu0> >
2012.8.29 参照
- 5) NEO-GEREEN SPACE DESIGN ④ (1995) (財)都市緑化技術開発機構, p. 92
- 6) コンジョイント分析による公園緑地の経済評価に関する効用関数等の検討業務報告書 (2005) 社団法人日本公園緑地協会, p.60

第八章 結論

8.1 結論

本研究は、建物緑化の事業推進のためには、建物緑化の適正な事前評価が必要であるという認識のもと、CVM手法に基づく建物緑化の事前評価手法を導いた。その検討の過程で、いくつかの建物緑化の特性が明らかになった。

明らかになった特性の一つは、建物緑化の便益は主として面積規模に応じて増加するが、少なからず意匠デザイン性という質の要素も影響するということである。これは、複数の意匠デザインの異なる事例写真を使ったCVM調査と、芝生のみを張った屋上緑化写真を用いたCVM調査結果の分析から明らかにしたもので、面積の増加要因が評価値に与える影響度が67.67%で、意匠デザイン性の影響度は11.78%という調査結果が導かれた。このことは、建物緑化は量の整備と併せて、質の確保も重要であるということを示している。

特性の二つ目は、建物緑化の便益の大部分が、都市のアメニティ向上や生物多様性の確保などといった受益者の知識や環境意識に立脚した効果が大半を占めることである。本研究で用いたCVMは総合計測法的一种であるため、その評価値には建物緑化が有する多様な効果が全て含まれている。このため、建物緑化の機能うちで、ヒートアイランド現象の緩和や建築物の屋内温熱環境改善効果といった物理的環境改善効果の便益を算定することによってその内訳を導いた。その結果、建物緑化の効果のうちの物理的環境改善効果は、全体の便益の内ではごく小さなものであることが明らかになった。一般には、屋上緑化の機能としてヒートアイランド現象緩和効果や建物の省エネ効果といった物理的環境改善効果に期待されるところが大きいですが、実際には、これら以外の、例えば都市景観向上を含む都市のアメニティの向上や生物多様性の確保といった受益者が主観的に感じる便益の方が大きく、これらが全体の大部分を占めている。物理的な効果を除いた効果に基づく便益は、受益者の主観的な価値観によって評価されるもの、すなわち、知識や環境意識に立脚した効果だとみなせる。

三つ目の特性は、受益者への適切な情報の提供が、受益者の評価に大きく影響するということである。二つ目の特性が、建物緑化の便益の大半が受益者の知識や環境意識に立脚したものであるということだった、その前提で、異なる情報を別の被験者グループに提示するというCVM調査を実施することによってその影響を確認し、結果的に受益者への適切な情報の提供が便益を大きく向上させることが明らかになった。

四つ目は、受益者は、必ずしも事業者が意図した情報提供の通りには情報をとらえないということである。三つ目の特性を受けて、宣伝効果に適切な建物緑化の形態や説明施設などの効果的な附帯施設の評価を行ったところ、直接的に建物緑化の効果を説明する効果表示施設よりも、シンボリックにメッセージを代弁する環境共生シンボル施設の方が効果が大きかった。また、異なる情報を与えるというCVM調査では、情報量が多い方がむしろ効果が低いという結果が出ている。

五つ目の建物緑化の特性は、居住地周辺の自然環境の欠如がそのニーズを喚起するといった補償的もしくは補完的な性格のものではなく、むしろ、個人の本質的な価値観に根付いたものである可能性が高いということである。この特性からは、建物緑化はシビルミニマム的にとらえるべ

き性格のインフラではなく、つまり、最低限の量的充足を目指すべき性格のものではなく、むしろ、より都市全体の潜在価値（魅力）を増進させるインフラとして整備促進すべきだという示唆が得られる。以上のような本論の検討から導かれた建物緑化の特性をまとめると、以下の5点に整理される。

1. 建物緑化の便益は主として面積規模に応じて増加するが、意匠デザイン性といった緑の質も少なからず影響する。
2. 建物緑化の便益の大部分は都市のアメニティ向上や生物多様性の確保などの受益者の知識や環境意識に立脚した効果が大半を占める。
3. このため、受益者への適切な情報の提供が、受益者の評価に大きく影響する。
4. 受益者は、必ずしも事業者が意図した情報提供の通りには情報をとらえない。
5. 受益者にとっての建物緑化の価値は、身近に緑が無いから指向するといった補償的もしくは補完的なものではなく、個人の価値観に根付いたものである可能性が高い。

これらの建物緑化の特性は、「建物緑化に対する評価は、周辺環境などの外的要因よりも、受益者の個人的価値観といった内的要因に拠るところが大きい」と集約することができる。本論で明らかにしたこの建物緑化の特性を敢えて称すれば、「建物緑化便益の受益者起因性」というものになるだろうが、この建物緑化便益の受益者起因性が、建物緑化に限らず都市公園なども含む都市緑化全般に共通する特性だとしたら、従来一般的に考えられてきた都市緑化政策に新たな視点をつけ加える必要がある。現行の建物緑化を含む都市緑化制度は、都市住民は等しく緑を必要とし、その必要最低限の緑地量が確保されれば満足されるという考え方に基づいてきた。例えば、都市住民一人あたり都市公園を20㎡整備する、もしくは市街地の30パーセントを緑化するなどといった目標が定められてきたが、実は、そうした最低基準を満足する市民は決して標準的な市民モデルではなく、実際には、殆ど緑はなくても困らない市民と、緑の囲まれて暮らしたいという市民が共存するのが現実の社会に近いということになる。そうであるならば、先にあげた緑化基準に沿って造られた街は、緑が無くてもかまわない者にとっても、また、もっと緑が必要な者にとっても満足できない街ということになる。緑化便益の受益者起因性の観点からは、緑化政策は、むしろ緑を必要とする者を増やす、もしくは緑化に対する個人の価値観を向上させる必要があるというスタンスで臨むべきということになり、さらに加えて、都市緑化はより高質なものを目指さなければならないことになる。それは、それまで興味を示さなかった者ですら目を引く程のデザイン性を有する緑化が提示できれば、社会全体で見た場合の緑化の便益は大きく向上するからである。逆に、もしも低質なものを提供すれば、それまで緑化への理解者だった者までが見向きもしなくなるだろう。また、さらに各種の説明手法が加わることで、より大きく便益を増進させ、場合によれば、この方が単に面積を増やすよりも全体の緑化便益が増進することもありうることになる。

なお、建物緑化に限れば、意匠デザイン性などの高い質の確保や、適切な情報の提示やイベントをはじめとする各種の演出の必要性のみならず、屋上緑化の公開性の確保が重要である。特に現況の一般公開率はわずかに47%という状況を鑑みれば、改善が急がれる事項である。また、

都市緑化の中でも建物緑化は維持管理に労力を要するが、その継続的な維持管理の担保が不可欠であることも導かれる。

ところで、公害対策や戦災復興などを目的としていた時代ならば、単に都市の緑化面積を増やすことだけを考慮すれば問題はなかったが、現代は都市緑化に生物多様性の確保や都市景観の向上、コミュニティ醸成などといった多様な機能が求められている。このため、緑化の受益者起因性といった特性が生じてきたと考えられるが、21世紀の地球環境時代においては、都市緑化に限らず、こうした特性は大なり小なり道路をはじめとした他の都市インフラにも求められてきているはずである。今後、都市の環境インフラのあり方を考えるために本研究成果が活用されることを望むものである。

8.2 本研究の今後の課題

本研究では、建物緑化の便益を発揮する性能について論じてきたが、これを行政レベルで政策として実効性のあるものとするには、今後、法制度上の緑化指標として位置づけられなければならない。

現行法制度上は、都市緑地法に建物緑化の緑化率の算定方法が記されており、屋上緑化と壁面緑化ともに同じく面積で算定され、壁面緑化の場合は壁への投影面積で算定されるが、壁面緑化は高さ1 mまでしか算定されない。本論の調査結果からは、壁面緑化は見えがかりの面積にて便益が評価されているので、この規定の妥当性は疑問視される場所である。また、屋上緑化と壁面緑化を同一の水平投影面積の指標で評価されていることも検討の余地はある。また、緑化の質についての規定はどの制度にも見当たらない。

ちなみに、建物緑化の質を反映した評価指標としては、大阪府が全国に先駆けて、緑視率の導入を試行的に始めている。これは、緑化の重要な要素である景観を評価するためには、緑化率よりも視覚的にとらえる緑視率の方が実感に合っているという発想で進められているもので、緑視率によって地区計画上のボーナスを付与することなどが実施されている。しかしながら、緑視率をどの視点から測定するのか？また、写真を使った場合の視野の取り方や歪み等についてどう算定するかなど課題が多く、実際の運用については検討が続けられている。

また、東京都は緑化の質のうちの生物多様性確保の観点から、都市緑化を緑の立体的なボリュームで評価できないかという研究を平成25年度から進める予定である。確かに平面的な指標よりも緑化の質を表現できる可能性は感じられるが、それもまだこれからの検討如何による。

これらの取組のように、緑化を質で評価しようという動きはあるものの、それでも上記の例は、質を間接的に物理的指標に置き換えて評価しようという試みであり、緑化の質を直接的に評価するものではない。一方、SEGES（社会・環境貢献緑地評価システム）のような認証制度には、景観といった質も評価項目には含まれるものの、その客観的評価が難しいために評価比重は低く、また、そもそもこのような認証制度は申請者が審査料を支払わなければならないので、民間企業がCSRで実施している大規模な事例しか実際には該当しない。やはり、都市計画制度の中で、こうした評価がなされる必要がある。

しかしながら、都市計画制度上は、建物緑化の設置によって得られる法的メリットは、建築物の容積率や建蔽率の緩和といった、一旦認められれば後からは撤回が困難である性格のものであることから、維持管理義務や質の確保義務といった要素が入りづらいという事情はある。ただし、それでも屋上緑化の公開の義務化や維持管理義務を許可条件に盛り込むことはさほどハードルが高いとも考えられないし、許可条件の履行状況のチェックが適切になされるようなフォロー体制が敷かれれば、こうしたソフト的な条件は実現の可能性はある。

あるいは、建物緑化の設置内容の情報公開という方法で、質の維持を図るということも考えられる。本論の検討の過程で、民間が自主的に設置している建物緑化事例の主目的には宣伝効果が第一位に挙げられたが、これは事業者が建物緑化による自社のイメージアップに関心が高いということであり、ということは、何らかの形で建物緑化の設置や維持管理の努力が社会的に認められれば、設置の大きな目的が達成されたことになる。よって、こうした情報を積極的に公的機関が評価し情報公開することが、事業者のモチベーションや危機感につながるはずである。特に景観といった主観的な価値評価についてはコミュニティ参加型の評価方式を採用することも、情報公開という手法では実現性がある。

なお、最近の動きとして、太陽光発電パネルが設置されるようになり、これに伴って東京都をはじめとした多くの地方自治体の条例の建物緑化の義務化の規定が緩和されつつある。具体的には、東京都の場合には、1,000 m²以上の敷地を有する建築物の屋上のうちで、利用可能な範囲からエアコンの室外機などの管理施設を除いた区域の20%を緑化する必要があるが、太陽光発電パネルはこの管理施設に含めていいことになっている。一方、京都府・大阪府・兵庫県では、太陽光発電パネルは、その水平投影面積をそのまま緑化面積とみなしていいことになっている。いずれの場合にも、太陽光発電パネルを設置すればするほど屋上緑化面積は狭くなり、もしも屋上の全面を太陽光発電パネルで覆ってしまえば、規定上は緑化義務面積が0でもかまわないことになってしまう。

もともと屋上緑化の義務化は、ヒートアイランド現象緩和が目的だったが、それが太陽光発電パネルにとって代わられることになれば、都市の環境悪化が懸念される。ただし、太陽光発電パネルの設置は、火力発電などの削減につながり、これが間接的にヒートランド現象緩和に結びつく可能性はある。しかしながら、それでも当該建築物周辺の局所的環境改善の悪化や景観の悪化が懸念される。

本研究では、300 m²以下の比較的小規模な建物緑化を多数設置したほうが便益上では効率が良いという結果になったが、建物屋上で2割の緑化義務は堅持しつつ、残りの8割の範囲で太陽光発電パネルの設置を考慮するなど、屋上空間の効率的活用が望まれ、こうした運用を意識した規制案の検討も必要と考える。

以上のように、建物緑化に求められる性能を制度上の指標として位置付けるには様々な課題があるが、それは今後行政実務者等と一緒にその実現方策について検討していくべき事項である。

8.3 資料提供元

本研究では、写真等を次の各位から御提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

国土交通省

那覇市役所

財団法人都市緑化機構

(株) 湊町開発センター

鈴木弘孝氏

安城市役所

財団法人国際花と緑の博覧会記念協会

ダイトウテクノグリーン株式会社

田島ルーフィング株式会社

資料編

本研究のために実施した CVM 調査のデータ

本研究でその成果を使用した CVM 調査の整理済み原データを以下に掲載する。なお、表中の i 欄は、CVM 調査の回答欄の建物緑化に反対の場合の理由「i) 建物緑化は必要ないから」の回答者数を示している（第二章 p.34 参照）。この回答者は集計上の母数に含めることになる。

1. 種異なる条件下での CVM 調査（調査実施時期 2009 年 8 月 17 日～8 月 19 日）

WEB アンケート受託業者：株式会社メディアインタラクティブ

(1) 説明書（総合バージョン） 票数:100 東京 23 区対象

屋上緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
15m ²	94	86	82	82	74	43	30	18	2	2	2
80	97	87	83	83	74	48	30	16	3	2	2
150	95	86	80	79	74	47	27	14	2	2	3
200	92	83	78	73	67	44	24	13	2	2	2
400	94	86	82	79	73	53	29	14	2	2	3
800	94	84	81	79	74	54	32	16	3	2	2
1,000	94	85	80	76	72	57	37	20	6	4	2
1,500	95	87	82	81	73	58	34	22	4	4	2
1,800	95	85	80	79	76	59	35	22	4	3	2

壁面緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	87	73	65	62	42	24	11	6	1	1	8
100	83	70	61	55	40	19	10	5	2	2	7
150	78	68	59	53	42	22	11	4	1	1	9
220	84	74	64	58	46	29	13	5	1	1	9
350	81	73	63	58	48	29	16	9	2	2	12
400	79	71	63	60	49	30	19	9	2	2	12
480	85	77	70	63	50	31	20	8	3	3	10
630	82	72	65	59	48	30	18	9	3	3	13

(2) 説明書(アメニティ向上バージョン) 票数:100 東京 23 区対象

屋上緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
15m ²	95	88	84	83	79	51	40	20	1	1	1
80	96	84	80	78	72	49	38	19	1	1	1
150	95	84	79	76	72	46	36	19	2	1	1
200	95	84	79	77	69	47	34	16	1	1	0
400	96	86	83	78	73	51	36	18	5	2	1

800	97	88	84	83	78	57	38	21	5	4	1
1,000	95	87	84	83	78	59	41	22	6	5	2
1,500	96	86	83	83	78	60	42	23	5	5	1
1,800	96	86	82	81	79	60	43	24	6	6	0

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	88	72	65	59	46	28	21	6	0	0	4
100	84	70	63	57	44	26	17	3	0	0	7
150	80	67	63	54	44	28	19	8	0	0	10
220	83	69	63	57	45	30	20	7	0	0	7
350	78	66	65	56	42	29	20	7	1	0	11
400	82	68	66	65	47	32	22	11	3	1	11
480	83	73	70	68	52	35	24	11	2	1	10
630	78	65	62	60	46	29	20	7	1	0	11

(3) 説明書（物理的環境改善バージョン） 票数:100 東京23区対象

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,300	1,500	2,000	i
15m ²	98	92	88	87	79	55	44	23	4	4	4	0
80	98	93	88	85	79	55	43	25	3	3	3	0
150	99	93	88	82	76	54	42	23	3	2	2	0
200	94	88	83	78	70	49	36	21	4	3	1	1
400	96	91	85	81	72	55	41	22	4	4	3	1
800	97	91	88	84	77	58	45	25	3	3	3	1
1,000	94	89	87	83	78	58	45	27	4	4	4	1
1,500	95	90	87	84	79	59	48	29	4	4	4	2
1,800	94	89	85	83	77	58	47	32	6	6	4	1

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	89	77	71	67	56	36	25	10	0	0	3
100	92	80	70	67	59	36	28	10	0	0	2
150	82	75	67	63	54	35	27	10	0	0	7
220	85	76	71	65	54	38	28	11	0	0	7
350	79	75	69	66	51	37	25	13	2	0	9
400	80	77	71	68	56	40	30	15	2	1	10
480	82	78	73	67	56	42	30	18	2	2	8
630	79	75	68	65	56	37	30	17	2	2	8

(4) 説明書（生物多様性向上バージョン） 票数:100 東京23区対象

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,500	1,700	1,800	2,000	i
15m ²	93	79	73	73	72	50	44	21	2	2	2	2	2	1
80	95	79	73	73	71	53	42	19	1	1	1	1	1	0
150	92	79	74	73	69	51	39	18	0	0	0	0	0	0
200	92	77	72	70	67	49	37	15	3	2	1	1	1	0
400	94	80	75	73	73	55	39	19	4	3	1	1	1	0
800	94	81	76	76	74	58	46	15	3	3	2	2	1	1
1,000	92	80	76	75	73	56	48	25	6	6	6	5	5	1
1,500	92	80	77	76	75	57	46	22	5	5	5	5	4	1
1,800	89	75	71	71	70	53	47	22	5	5	5	5	5	2

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,300	2,000	i
30m ²	83	69	58	56	49	28	18	3	0	0	5
100	80	66	58	57	51	30	18	2	0	0	7
150	74	61	55	54	50	33	19	7	1	1	11
220	72	61	54	53	49	32	19	6	0	0	11
350	70	58	53	53	49	31	19	8	2	1	13
400	71	62	57	55	51	35	21	9	1	0	13
480	70	59	56	54	50	34	21	9	0	0	13
630	71	60	56	54	50	36	21	8	0	0	13

(5) 説明書 (ネガティブバージョン) 票数:100 東京 23 区対象

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,300	1,500	2,000	i
15m ²	96	81	72	65	49	42	14	0	0	0	0	1
80	98	81	73	72	66	55	42	15	1	1	0	1
150	97	80	73	68	62	50	38	13	0	0	0	1
200	88	73	66	63	56	45	36	12	0	0	0	1
400	98	80	74	69	62	48	39	14	1	1	1	1
800	96	82	74	69	62	53	45	18	1	1	1	2
1,000	91	77	73	68	58	50	45	19	4	3	2	1
1,500	95	78	71	69	59	49	42	17	2	2	1	1
1,800	95	81	75	70	61	52	46	22	3	3	2	1

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	80	59	51	45	40	27	21	4	0	0	8
100	74	54	47	43	35	23	19	3	0	0	10
150	69	52	47	41	34	26	20	3	0	0	9
220	77	59	52	44	38	30	20	3	1	1	11
350	65	52	47	40	37	27	20	5	1	1	15

400	69	52	48	41	35	24	20	7	1	1	16
480	70	53	49	43	37	29	22	8	0	0	17
630	65	50	45	40	34	25	19	8	1	1	16

(6) 芝のみのデザイン (説明書は総合バージョン) 票数:100 東京 23 区対象

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,300	1,500	2,000	i
15m ²	98	85	77	76	67	48	39	19	0	0	0	0	0
80	96	81	74	73	62	43	34	19	1	1	1	1	1
150	97	82	75	71	63	42	33	19	1	1	1	1	1
200	96	80	75	68	61	43	32	19	3	3	3	2	1
400	98	82	78	73	65	47	36	20	3	3	3	3	0
800	97	83	79	74	66	50	40	21	5	5	5	4	1
1,000	97	83	79	75	66	49	42	23	6	5	5	4	1
1,500	97	83	80	77	71	50	43	24	6	6	5	4	1
1,800	96	82	79	76	68	51	44	24	6	6	6	4	2

2. 全国主要都市での CVM 調査 (WEB アンケート受託業者: 株式会社バルク)

(調査実施時期 2010 年 2 月 4 日～ 2 月 15 日 / 説明書は総合バージョンを使用)

(1) 仙台市 票数: 100

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
15m ²	93	76	74	72	64	39	31	16	2	2	3
80	93	79	75	74	64	37	31	14	4	4	3
150	95	81	78	72	61	37	28	10	1	1	1
200	88	74	70	67	57	33	24	10	1	1	3
400	93	78	75	71	64	40	31	15	3	3	2
800	91	77	76	74	62	41	32	17	4	4	2
1,000	87	73	71	68	61	43	34	18	5	5	2
1,500	90	76	73	70	63	45	35	15	3	3	3
1,800	90	77	75	73	63	47	38	18	8	8	4

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	85	61	50	48	35	19	16	4	0	0	8
100	77	54	47	40	32	19	12	3	0	0	12
150	73	53	47	43	29	16	13	3	0	0	16
220	75	54	51	45	30	18	13	6	0	0	13
350	71	55	51	47	34	22	15	7	0	0	16
400	72	51	49	44	32	23	12	6	1	1	16
480	71	53	46	44	35	21	15	7	2	2	17
630	68	50	43	41	34	22	17	7	1	1	19

(2) 東京 23 区 票数: 100

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,500	1,600	2,000	i
15m ²	96	87	80	80	69	40	31	15	3	3	3	3	1
80	94	85	81	77	67	33	24	11	3	3	3	3	1
150	99	89	82	79	69	36	24	12	2	2	2	2	1
200	95	83	78	76	66	41	22	11	2	2	1	1	2
400	97	86	81	77	64	44	25	12	3	2	2	2	1
800	96	85	82	78	66	44	30	14	4	4	4	4	1
1,000	95	84	80	77	68	48	37	17	5	5	5	4	1
1,500	95	84	79	76	68	46	36	17	5	5	4	4	2
1,800	96	85	81	80	73	50	38	17	6	6	6	6	1

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	2,000	i
30m ²	94	77	63	58	36	20	13	6	0	3
100	84	64	56	50	33	19	14	7	0	6
150	83	66	62	58	39	23	16	6	0	5
220	87	70	66	59	43	24	17	6	0	5
350	78	62	58	52	40	25	18	8	0	10
400	85	71	65	59	46	27	19	8	0	8
480	81	69	65	62	44	26	19	9	0	8
630	74	62	57	53	40	25	20	8	0	9

(3) 名古屋市 票数: 100

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,500	2,000	i
15m ²	97	81	76	72	68	40	31	14	4	4	3	0
80	98	82	76	75	65	38	28	13	4	4	3	1
150	99	83	79	74	62	36	23	13	4	4	3	0
200	99	79	74	70	59	35	23	13	5	5	4	0
400	98	81	77	73	65	46	29	16	5	5	5	0
800	98	82	79	74	68	46	34	18	5	5	5	0
1,000	97	81	78	72	63	45	33	18	4	4	4	1
1,500	97	81	78	74	64	44	34	15	6	6	5	2
1,800	97	81	78	76	64	46	38	17	6	5	4	2

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	95	72	61	56	39	19	10	4	1	1	2
100	93	70	58	53	39	22	11	5	1	1	5

150	91	71	59	55	42	25	16	6	2	1	6
220	92	73	60	54	44	24	15	5	1	1	4
350	89	71	63	54	45	29	15	7	1	1	5
400	88	70	60	52	41	29	15	7	2	2	7
480	87	70	61	51	41	30	15	5	1	1	7
630	78	62	55	51	40	29	16	9	1	1	9

(4) 大阪市 票数: 100

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
15m ²	93	78	75	72	70	40	29	16	1	1	3
80	93	78	76	75	72	42	31	15	1	1	3
150	94	77	74	71	64	34	25	11	1	1	3
200	91	74	72	69	57	36	24	11	1	1	3
400	93	77	75	73	67	42	28	13	1	1	3
800	92	75	73	72	68	43	34	16	1	1	4
1,000	90	72	70	69	65	42	33	17	1	1	3
1,500	90	75	73	71	69	45	33	18	2	2	3
1,800	90	75	73	70	66	47	36	21	2	2	3

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	89	67	56	52	41	21	11	6	1	1	4
100	83	61	51	46	35	19	9	6	1	1	6
150	81	63	58	50	41	22	13	7	1	1	7
220	84	66	59	52	39	22	18	7	1	1	9
350	82	63	59	57	41	23	16	7	1	1	9
400	81	63	58	54	41	25	16	7	1	1	9
480	78	60	54	50	38	23	14	6	1	1	10
630	67	53	48	44	35	22	12	7	0	0	15

(5) 福岡市 票数: 100

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
15m ²	95	78	74	73	63	39	30	10	1	1	0
80	97	80	73	72	65	42	31	12	1	1	0
150	97	82	73	71	60	39	27	10	1	1	0
200	91	74	70	69	61	37	25	10	2	2	0
400	96	80	72	69	63	44	28	13	2	2	0
800	95	80	73	71	64	45	30	15	4	4	0
1,000	91	78	71	66	63	45	27	13	2	2	0

1,500	95	81	77	73	66	45	29	13	2	2	0
1,800	95	80	76	72	67	47	32	13	2	2	0

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	92	74	62	55	40	23	14	6	1	1	1
100	81	66	59	49	34	17	11	3	1	1	3
150	86	71	63	54	39	24	12	2	1	1	5
220	86	71	65	58	45	25	14	5	1	1	6
350	85	68	61	57	43	25	15	8	1	1	10
400	81	68	62	59	47	29	14	4	3	3	9
480	79	63	58	56	44	26	14	2	2	2	10
630	77	59	54	50	38	23	14	4	2	2	9

(6) 那覇市 票数: 100

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
15m ²	93	78	72	68	64	43	37	18	0	0	0
80	95	80	74	70	61	40	37	19	3	3	0
150	95	81	75	70	59	37	32	17	3	3	0
200	86	70	64	60	51	33	24	14	2	2	1
400	94	82	74	71	63	44	36	22	4	4	0
800	92	78	73	71	64	46	37	24	4	4	0
1,000	90	76	71	68	62	47	37	27	6	5	1
1,500	94	81	76	74	67	47	42	27	8	6	0
1,800	95	82	79	72	67	48	41	28	9	8	1

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,300	1,500	2,000	i
30m ²	90	65	54	48	38	22	17	8	1	1	1	1	3
100	89	65	55	49	38	23	15	6	1	1	1	1	3
150	83	62	57	50	43	30	18	8	0	0	0	0	5
220	83	63	58	50	43	30	19	8	2	1	1	1	6
350	83	64	58	51	43	28	20	8	3	2	2	2	5
400	85	63	55	50	41	31	21	9	3	2	2	2	4
480	86	65	57	52	42	31	23	9	2	2	2	1	5
630	84	61	56	49	43	29	21	8	3	3	2	2	5

3. 建物緑化の限界効用通減性にかかる CVM 調査 (WEB アンケート受託業者: 株式会社バルク)

(調査実施時期 2011 年 1 月 14 日~1 月 19 日/ 説明書は総合バージョン)

1 か所バージョン 票数: 200 東京 23 区対象

屋上緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,500	1,800	2,000	i
15m ²	192	158	151	147	129	71	60	30	6	6	6	6	1
80	192	158	152	146	126	71	61	26	4	4	4	4	3
150	191	152	145	136	113	64	56	28	3	3	3	3	3
200	185	147	141	133	109	64	50	25	3	3	3	3	2
400	192	155	146	140	123	72	57	31	2	2	2	2	5
800	193	155	148	142	129	81	60	31	7	6	5	5	2
1,000	191	154	145	139	129	88	59	36	6	6	5	5	1
1,500	191	153	143	139	126	85	62	32	6	6	5	5	3
1,800	189	151	144	138	126	86	62	37	10	10	10	9	2

壁面緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,500	2,000	i
30m ²	178	130	115	99	73	46	33	12	1	1	1	13
100	169	117	106	91	67	39	27	9	2	2	2	12
150	160	117	107	92	74	40	27	11	3	3	3	19
220	167	124	114	102	77	44	29	15	4	4	4	15
350	167	124	118	104	77	44	34	15	4	4	3	15
400	165	123	115	102	83	47	30	14	4	4	3	18
480	165	126	119	105	82	46	31	15	4	4	3	21
630	159	117	109	99	75	44	29	14	5	4	3	20

2 か所バージョン 票数: 200 東京 23 区対象

屋上緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,200	1,500	2,000	i
15m ²	185	160	145	142	125	78	53	26	3	3	2	2
80	189	160	149	141	120	79	49	28	1	1	1	2
150	192	160	144	139	122	81	47	28	2	2	1	3
200	188	157	142	136	111	81	48	28	3	3	2	4
400	193	168	153	144	124	88	54	27	5	5	4	3
800	193	167	157	146	127	94	62	33	7	7	6	3
1,000	192	168	156	151	130	94	64	38	6	6	5	3
1,500	192	164	152	142	122	90	66	34	7	6	6	3
1,800	189	162	149	143	125	89	64	34	7	6	6	3

壁面緑化

WTP	0 円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	181	135	116	99	73	45	24	12	0	0	9

100	175	128	108	90	70	39	21	8	1	1	13
150	167	130	115	101	71	39	22	9	1	1	20
220	173	140	118	107	74	46	24	9	1	1	17
350	162	124	111	98	77	46	24	11	1	1	21
400	167	131	113	100	76	49	29	11	3	2	20
480	167	135	116	106	77	45	27	12	2	2	19
630	159	127	110	98	71	43	28	11	4	4	24

5か所バージョン 票数：200 東京23区対象

屋上緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,300	1,500	2,000	i
15m ²	189	159	150	142	127	75	60	31	2	2	2	2
80	192	162	151	141	122	74	57	27	2	2	2	3
150	191	157	147	137	119	73	55	28	5	5	4	3
200	181	148	139	127	109	67	48	21	3	3	2	2
400	194	166	154	140	122	78	56	25	4	4	3	2
800	192	162	150	141	125	83	58	27	5	5	3	1
1,000	186	157	148	143	127	84	59	31	8	8	5	1
1,500	186	156	146	139	119	79	58	28	9	8	5	2
1,800	190	157	145	138	122	79	59	30	9	8	5	1

壁面緑化

WTP	0円	10	20	50	100	200	500	1,000	1,500	2,000	i
30m ²	170	125	109	96	74	42	26	8	1	1	14
100	169	120	106	96	73	40	24	7	2	2	16
150	163	122	108	99	78	46	28	8	2	2	18
220	165	125	109	98	75	47	27	8	2	2	20
350	154	119	104	95	77	45	26	9	2	2	22
400	164	121	110	97	80	48	32	10	2	2	22
480	160	123	106	95	78	48	27	10	2	2	21
630	154	116	107	96	78	44	29	11	2	2	23

© 建築研究報告 第148号

平成26年3月25日 印刷

平成26年3月25日 発行

編集
発行 独立行政法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは下記まで

独立行政法人建築研究所企画部企画調査課

〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地

電話(029) 864-2151 (代)