

調 査

第 61 号
(2004 年 4 月)

内 容

都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望 — 屋上緑化等の技術とコストを中心に —

近年、ヒートアイランド緩和への期待などから建築物緑化が注目されている。一部の自治体では屋上緑化の義務化も開始され、市場は拡大傾向にある。本稿では、ドイツの事例も交えつつ、コスト等の課題を展望する。

都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望

屋上緑化等の技術とコストを中心に

【要 旨】

1. 近年、ヒートアイランド現象緩和への期待などから屋上緑化等の建築物緑化が注目を集めている。「建築物緑化」とは、敷地内あるいは建築物上に草花や樹木、芝等を人為的に設けることであり、さらに屋上緑化や壁面緑化など特殊な技術を要する建築物緑化を本稿では「特殊空間緑化」とよぶ。
2. 高密な既成市街地として東京都区部を例に建築物緑化の現状を見ていく。都区部における「みどり率」は、ここ約 30 年間、約 30% でほぼ横ばいである。ただ、内訳を見ていくと、公園・街路樹等の公共空間の緑地面積は増加しているものの、宅地開発や建替等に伴い草地・農地のみどりが失われている。「緑の東京計画」では、2001～2015 年度の 15 年間で都区部のみどり率を 29% から 32% へ向上させることを目標としている。公園等の公共空間のみどりを大幅に増加させることは、用地取得等の観点から難しい状況にあるため、建築物緑化、特に新たなみどりの空間として屋上緑化が期待されており、同計画の中で 15 年間で 1,200ha (都全体) の屋上緑化整備が目標とされている。しかし、東京都において義務化を定めた条例により屋上緑化等が施工された面積は年間約 13ha (2002 年度) であり、目標達成には難しい状況にある。
3. 特殊空間緑化の代表的な例として、屋上緑化、壁面緑化、踏圧地緑化を取り上げる。

屋上緑化については、様々なタイプがあるが、ここでは大きく草本類を中心とする平面的緑化と樹木等を伴う立体的緑化に分類する。立体的緑化は、かなりの耐荷重を必要とするため、既存の建築物に施工することは困難な場合が多い。このため近年、比較的荷重の軽く低メンテナンスな平面的緑化製品が、各社で開発されている。

壁面緑化については、従来からヘデラ類等を登攀させるもの等があるが、近年は、パネルタイプ等、新しいタイプの製品も開発されている。しかし、パネルタイプについてはコストも高く、また灌水等の点で技術的に困難な課題があり、模索段階といえる。

踏圧地緑化とは人や車両の踏圧が繰り返しかかる面の緑化であり、代表的な例として駐車場緑化が挙げられる。しかし現在のところ、技術的課題が十分に解決されておらず、模索段階といえる。
4. 特殊空間緑化のうち屋上緑化の業界動向等を見ていく。屋上緑化資材メーカーの中には、既に数多くの施工実績を積むものも登場している。技術的な課題等については、過去の取組みを通じた改善がなされ、荷重条件等が厳しい条件下でも施工が可能となっている。価格については、一昨年は約 25,000 円/㎡ (平面的緑化、材工共) であったが、現在は 20,000 円/㎡弱と下がってきている。しかし、業界関係者の間では、10,000 円/㎡程度でないと広範な普及にはつながらないと見られており、さらなるコストダウンが期待されている。しかし、

施工にあたっては、新築建物の場合、施主 ゼネコン 造園業 屋上緑化資材メーカーという請負構造が一般的であり、受注段階毎に経費・監理費等がかかることから、メーカーのコストダウン努力だけでは限界がある。

なお近年、屋上緑化市場には様々な異業種からの参入も見られる。また、市場全体の伸びは施工面積ベースで年2～3割程度と見られている。

- 5．屋上緑化市場が成熟期を迎えている国としてドイツが挙げられる。ドイツでは、各地の自治体で屋上緑化設置義務、補助金、雨水処理費用の減免措置等が実施され、市場は急激に拡大した。屋上緑化の形態は、かつては立体的緑化が多かったが、現在はそのほとんどが、メンテナンスをあまり必要としない平面的緑化になっている。屋上緑化の施工コストは、平面的緑化で約2,000～10,000円/㎡程度であり、日本の製品と比べるとかなり安い。日本より気候条件等が厳しくないということがあるものの、市場の拡大、施工ノウハウの蓄積、専門とする企業の存在などが低価格を実現している。屋上緑化に期待される主な効果としては、主に雨水の一時貯留・浸透と断熱（特に冬季）であり、雨水貯留機能に着目した助成制度も実施されている。
- 6．今後の建築物緑化施策について検討する。都市部等において、みどりの空間を建築物緑化によって創出することが公益性の観点から必要な場合、緑化義務等の検討が必要である。また義務化にあたっては、緑化による効果の観点から、通常の庭木や生け垣等を優先すべきだが、高密度な既成市街地等では限られた空間を有効に活用するため特殊空間緑化を推進する必要もある。また、義務化等と共に助成措置やインセンティブの付与等の支援策も必要である。助成措置等については、公共的な達成目標（永続的な緑の空間確保、ヒートアイランド現象緩和、雨水の一時貯留等）を明確にした上で、その目標毎に、助成対象（緑化以外も含む）・内容（機能に応じた助成額等）等を検討すべきである。
- 7．企業が優れた特殊空間緑化を提供するには、造園、建築、防水の知識・技術を備え、それらを製品開発・施工・維持管理において複合的に発揮することが求められる。造園業、防水業等と比肩する、こうした特殊空間緑化業に企業が成長することで、ユーザーからの信頼性向上とコストダウンも期待できる。また、人材育成・技術力担保等のために特殊空間緑化に関する資格認定制度等の活用や、安心して機能等がわかりやすい製品を提供するために統一的な評価指標に基づく性能表示は、アカウントビリティとブランド力の強化という点でも重要である。

行政の各種施策等による市場拡大を背景に優れた特殊空間緑化業が生まれ、コストダウンと質の高い緑化空間が提供されることで一層の市場拡大が進み、高密度な既成市街地においても都市環境改善に資するみどりの空間が拡大していくことを期待したい。

[担当：猪倉 ^{いのくら} 雅生 ^{まさき} (email : report@dbj.go.jp)]

【目 次】

はじめに	6
第1章 なぜいま「建築物緑化」が求められるのか	7
1. 「建築物緑化」とは	7
2. 建築物緑化の効果	7
3. 建築物緑化に関する行政の考え方	8
(1) 国の取組み	8
(2) 東京都の取組み	10
(3) 近年の建築物緑化に対する行政の期待	12
第2章 建築物緑化の現状と規制・支援制度	13
1. みどりの現状	13
(1) 東京都区部におけるみどりの現状と推移	13
(2) 東京都のみどり率の目標と展望	14
2. 建築物緑化に関する諸制度	15
(1) 緑の空間整備に関する計画	15
(2) 国の諸制度	16
(3) 地方公共団体の諸制度	20
(4) 建築物緑化に関する諸制度の特徴	25
第3章 特殊空間緑化市場の現状と動向、課題	26
1. 屋上緑化	27
(1) 屋上緑化とは	27
(2) 屋上緑化のタイプ	27
(3) 屋上緑化に対する意識	28
(4) 屋上緑化施工に際しての技術的留意点	36
(5) 屋上緑化製品の開発に対する企業の取組み	36
(6) 屋上緑化のコストの現状	37
(7) 屋上緑化市場規模について	40
(8) 屋上緑化等の導入事例	44
(9) 屋上緑化普及に向けた課題	46
2. 壁面緑化	47
(1) 壁面緑化とは	47
(2) 屋上緑化と比較した壁面緑化のメリット	48
(3) 壁面緑化の技術的課題	48
(4) 壁面緑化のコストについて	49
(5) 壁面緑化に対する市民の意識	50
(6) 壁面緑化普及に向けた課題	50

3 . 踏圧地緑化	51
(1) 踏圧地緑化とは	51
(2) 駐車場緑化の技術的課題	51
(3) 駐車場緑化のコストについて	52
(4) 駐車場緑化普及に向けた課題	53
第4章 屋上緑化先進国ドイツの現況	54
1 . ドイツにおける屋上緑化の規制・助成	54
(1) 建設調整措置等による義務化	54
(2) 市等による屋上緑化設置への助成金	55
(3) 雨水に対する下水道料金の減免措置	55
2 . 屋上緑化の形態と市場の動向	55
(1) 屋上緑化の形態の変化	55
(2) 屋上緑化市場の推移	56
(3) 屋上緑化企業の例	57
3 . 屋上緑化のコスト	57
(1) ドイツと日本の屋上緑化に関する要求性能の違い	57
(2) 屋上緑化のコスト	58
(3) 屋上緑化のコスト分析	59
4 . 屋上緑化に関する基準類について	60
(1) 設計・施工等に関して	60
(2) 維持管理について	60
(3) 定量的評価について	61
5 . ドイツにおける屋上緑化事情	61
第5章 今後の建築物緑化に関する取組みと展望	62
1 . 建築物緑化実施にあたってのユーザーの期待	62
2 . 行政の取組み	62
(1) 緑化の目的の明確化と「みどりの総合計画」	62
(2) 建築物緑化の推進施策の検討	64
(3) その他	66
3 . 緑化関連企業の取組み	67
(1) 建築・造園・防水等の技術の複合的な活用	67
(2) 優れた特殊空間緑化製品の開発・提供	68
(3) 人材育成、資格制度	69
(4) 性能規定等の標準化	69
(5) その他	72
4 . おわりに	73
参考文献	74

はじめに

屋上緑化という言葉を目にする機会が増えていないだろうか？都市のヒートアイランド現象緩和などを目的に、2001年から東京都で条例による民間施設等での設置義務が始まるなど、近年、積極的な取組みが行われている。しかし、我々が普段生活をしている中で、屋上緑化を目にする機会はまだまだ少ないのではないか。

屋上緑化を目にしない理由には、そもそも他の建物の屋上を眺める機会がないこと、屋上に行く機会がないあるいは鍵がかかっていて行けないなど様々かと思われるが、施工された事例がまだ少ないことが根本的な原因であろう。義務化等を背景に施工例は増加しているが、建物所有者等による自主的な屋上緑化が大幅に増えてきているとはいえない。普及を妨げる要因はいろいろあるが、コストの問題が大きな課題の一つであろう。

そこで本稿では、コストを中心に企業等の取組みを概観し、屋上緑化等の建築物緑化普及に向けた課題等を明らかにしていきたい。

全体の構成は、まず第1章で、建築物緑化等への期待を、行政の計画における位置付けを通じて見ていく。第2章では、東京都区部を例にみどりの現状を把握し、さらに建築物緑化に関する諸制度（規制・支援）をまとめる。第3章では、屋上緑化等の特殊空間緑化の現状と課題について企業の取組みとコストを見ていく。第4章では、屋上緑化等において先進国と位置付けられるドイツについて、屋上緑化事情を見ていく。最後に第5章で、建築物緑化の今後の展望等を、ユーザー、行政、企業の視点から考察する。

第1章 なぜいま「建築物緑化」が求められるのか

本章ではまず、「建築物緑化」という言葉について、本稿中で使用する場合の定義を行う。そして、その効果と行政の施策における位置付けを概観する。

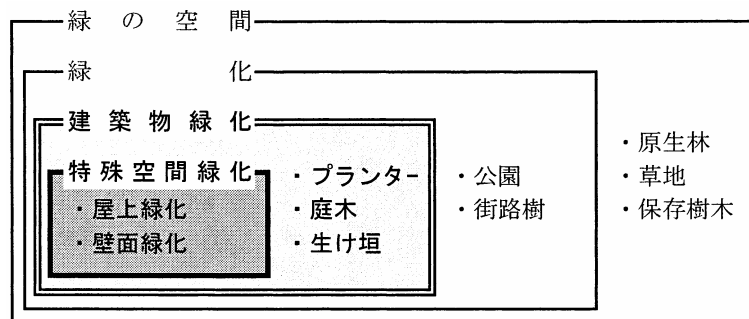
1. 「建築物緑化」とは

はじめに、本報告書で取り扱う「建築物緑化」という言葉について、本稿中で使用する場合の定義を行う。まず「緑」とは、草花や樹木、芝、地被類といった植物全般を示すものと定義する。そして「緑化」とは、人間が意図的に緑のある空間を構成し維持管理する行為と定義する。さらに「建築物緑化」とは、建築物やその敷地など私的空間で行う緑化と定義する。

建築物緑化にも様々な形態がある。通常は、生け垣、庭木、プランター（植木鉢、盆栽）等が挙げられるが、屋上や壁面といった人工的な空間に対して、通常の緑化手法とは異なる技術を用いて緑化を行う場合もある。こうした緑化については従来から一部の建築物について行われているものの事例は少ない。このような人工的な空間の緑化を、本稿では「特殊空間緑化」と定義する。

本稿では、建築物緑化と、その中でも特に最近話題となっている特殊空間緑化について見ていく。

図表1-1 建築物緑化・特殊空間緑化の定義



(備考) 特殊空間緑化には公共空間の緑化（道路わき法面への吹きつけ緑化等）もあるが、本稿では建築物緑化に含まれるもののみを「特殊空間緑化」と総称する。

2. 建築物緑化の効果

次に、建築物緑化の一般的な効果について整理する。なお、建築物緑化の形態（樹木の有無等）によっては、下記の効果がほとんど期待できない場合もあり、その整理については第5章で行う。

図表1-2 建築物緑化の効果

効果	概要
日射遮蔽・緑陰	建物躯体温度・室内温度の上昇防止、照り返し防止など
気温・湿度調整	蒸散作用により大気及び室内の気温・湿度調整
雨水一時貯留・流出遅延・抑制	土壌等に雨水を貯留し急激な流出を遅延させ下水道等への負荷低減、一部は蒸散し流出量を抑制
生物多様性	周囲の緑・水面等との連続性を担保し、生態系の維持に貢献
CO ₂ 固定	樹木等の新設・成長によるCO ₂ の固定
空気浄化	CO ₂ 、NO ₂ 、SO ₂ 、HCHO、重金属、粉塵等の吸着・除去
断熱	土壌等一体となって断熱
騒音低減	音の吸収効果
防風	風の遮蔽
防火・防熱	過剰乾燥抑制、火災時の輻射熱等を防止
教育効果	植物・生物とのふれあいの場
景観形成	美観形成、アメニティ向上
空間遮断	生け垣等による敷地境界の明示、低木等による敷地内通路の明示など
視線遮断	生け垣等により視線を遮りプライバシー確保、設備等を緑で囲い美観形成
建物劣化防止	壁面や防水層の紫外線・温度変化等による劣化を防止、コンクリート面の中性化防止など
レクリエーション	美観形成、緑のやすらぎ、アロマセラピー、園芸療法
宣伝・集客	緑によりアメニティを創出
生産	食物等を収穫できる

- (備考) 1. 各所文献より作成。
 2. 表中に記載した、建築物緑化の効果に関する定量的な検証等の情報は、下記の文献に詳しい。
 ○財都市緑化技術開発機構 特殊緑化共同研究会 (1996) 「NEO-GREEN SPACE DESIGN② 新・緑空間デザイン 技術マニュアル」(榊誠文堂新光社)
 ○日本建築学会 (2002) 「建築と都市の緑化計画」(榊彰国社)
 ○山田宏之 (2001) 「屋上緑化のすべてがわかる本」(榊インタラクシオン)

建築物緑化は上記のとおり様々な効果を持っている。しかし、上記効果の中には他の施設・設備で代替できるものもあり、コスト面も配慮すれば緑に優る機能を発揮するものもある。例えば、太陽光を遮蔽する機能としては反射塗料等が、雨水貯留機能については雨水貯留タンク等が通常優る。また、緑化の形態だけでなく、緑化空間の位置や使われ方（アプローチや出入り等の可否）によって効果は大きく異なる。こうした点に留意しつつ建築物緑化に対して期待する効果を評価する必要があるが、限られた空間の中で、上記のような効果を複合的に発揮できるといって、建築物緑化は優れた対策であるといえる。

3. 建築物緑化に関する行政の考え方

次に、国や地方公共団体が建築物緑化に関して策定している計画をまとめ、建築物緑化に対する期待を概観する。地方公共団体については、建築物緑化に関して積極的な取り組みを行っている東京都を取り上げる。

(1) 国の取り組み

都市部における緑の空間整備に関しては、主に国土交通省が所管しており、「緑の政策大綱」

に基づいて「グリーンプラン 2000」が整備計画として策定されている。また、ヒートアイランド現象緩和等の政策目標を達成するため、建築物緑化の推進が位置付けられているものもあり、近年の代表的なものとして、「地球温暖化対策推進大綱」、「生物多様性国家戦略」、「美しい国づくり政策大綱」、「ヒートアイランド対策に係る大綱」などがある。

図表 1-3 国の建築物緑化に関する諸計画

計 画 名	計 画 概 要	建築物緑化に関する記載
緑の政策大綱 (1994年7月、 国土交通省 (当時建設省))	ゆとりと潤いのある緑豊かな生活環境を形成することにより、国民が健康で快適な生活を享受できるよう緑の保全・創出・活用にかかる諸施策をとりまとめ、これらを総合的に実施することを目的に、21世紀初頭までの施策の基本方向と目標を明確にしたもの。 なお、現在、新たな緑の政策大綱を検討中であり、2004年度に策定される見込みである。	「公的空間における緑の保全・創出施策の展開を図るとともに、民有緑地について保全・創出施策の活用を図り、市街地における持続性のある緑地の割合を3割以上確保する。」としている。
グリーンプラン 2000 (1996年12月、 国土交通省 (当時建設省))	上記「緑の政策大綱」の実現を着実なものとするを目的とする、平成8年度から平成12年度の5カ年を計画期間としたアクションプログラム。本プランでは、施策の基本的方向と整備目標量、施策実施にあたってのポイントが示されている。 なお、現在は計画期間が終了しており、これに替わる新たなアクションプログラムは策定されていない。	「市街地を中心とする身近な空間における公共施設での緑の保全、創出にあわせ、緑地保全地区の指定など法的規制等による民有地の緑の保全、創出を図り、市街地における持続性のある緑地の占める割合を25%以上確保する。」としている。
地球温暖化対策 推進大綱 (2002年3月、 地球温暖化対策推進 本部)	1997年12月の京都議定書の採択を受けて、2010年に向けて緊急に推進すべき地球温暖化対策をまとめた大綱(1998年6月)を見直した。京都議定書の6%削減目標を達成するための、具体的な各項目毎の目標値、対策等をまとめたもの。	都市緑化等については、引き続き、都市公園の整備、道路、河川・砂防等における緑化、既存の民有緑地の保全、建築物の屋上、壁面等の新たな緑化空間の創出等を積極的に推進するとしている。
生物多様性国家戦略 (2002年3月、 関係閣僚会議)	1992年、国連環境開発会議(地球サミット)開催にあわせ「生物の多様性に関する条約」が採択された。この条約は1993年12月に発効し、日本は同年、同条約を締結している。条約第6条では、各国政府は生物多様性の保全と持続可能な利用を目的とした国家戦略を策定することが求められており、我が国では、1995年10月に生物多様性国家戦略が策定された。2000年12月、環境基本法に基づき第2次環境基本計画が閣議決定され、その中で当該国家戦略を見直すことが示され、2002年3月、見直し作業を経て新しい生物多様性国家戦略が策定された。	国家戦略では、「保全の強化」、「自然再生」、「持続可能な利用」を大きな3つの柱として掲げており、その具体的施策として「民有地における緑の創出、屋上緑化・壁面緑化の推進」など緑地の保全・創出に係る諸施策の推進がうたわれている。

美しい国づくり 政策大綱 (2003年7月、 国土交通省)	2003年7月、美しい国づくり・地域づくりを 目標に、政策大綱がまとめられた。	実効性確保を主眼におい た 15 の具体的施策が提示さ れ、「緑地保全、緑化推進策 の充実」がその一つとして挙 げられている。これによ ると、2004年度を目標に都市公 園法と都市緑地保全法を統 合し、それに伴って、民有緑 地の保全・緑化のための制度 として、大規模建築敷地にお ける緑化面積の割合に関す る制度を本格的導入する、と している。 (→P.19 参照)
ヒートアイランド 対策大綱 (2004年、 環境省・国土交通省 等)	2002年3月に閣議決定された「規制改革推進 3か年計画(再改定)」で、2003年度中にヒ ートアイランド対策に係る大綱を策定すること とされている。これを受けて、関係府省からなる 連絡会議(ヒートアイランド対策関係府省連絡 会議)が2002年9月に設立。検討が行われてい る。	ヒートアイランド対策の 柱は4つあるが、うち「地表 面被覆の改善」で「民間建 築物等の敷地における緑化等 の推進」及び「官庁施設等 の緑化等の推進」がうたわ れている。

(備考) 1. 各計画書等より作成。

2. ヒートアイランド対策大綱については、2004年3月1日からパブリックコメントを求めている「ヒートアイランド対策大綱(案)」の内容を基にしている。大綱は2004年中に策定予定である。

(2) 東京都の取組み

東京都では、1998年12月に東京都ビル緑化検討会を設置し、屋上緑化等について検討を行った。1999年5月の検討会提言では、

○区部において地上緑化の推進により確保できる緑の総量は限界に近づいており、公園等の新設には用地買収費に多額の費用を要する、

○区部の緑被率の向上を目指すには、ビル緑化(屋上緑化等)は欠かせない施策とされた。

これを受けて、2000年12月、都の基本構想である「東京構想2000」、緑の総合計画である「緑の東京計画」において、ヒートアイランド現象緩和への期待などから、新たな緑の空間創出のため屋上緑化が位置付けられた。

その後、条例による義務化(後述)が行われ、「東京の新しい都市づくりビジョン」、「東京都環境基本計画」、「ヒートアイランド対策取組方針」にも屋上緑化は位置付けられているが、東京都都市計画審議会答申である「東京らしいみどりをつくる新戦略」では、建築物緑化のさらなる推進が提唱されている。

図表1-4 東京都の建築物緑化に関する諸計画

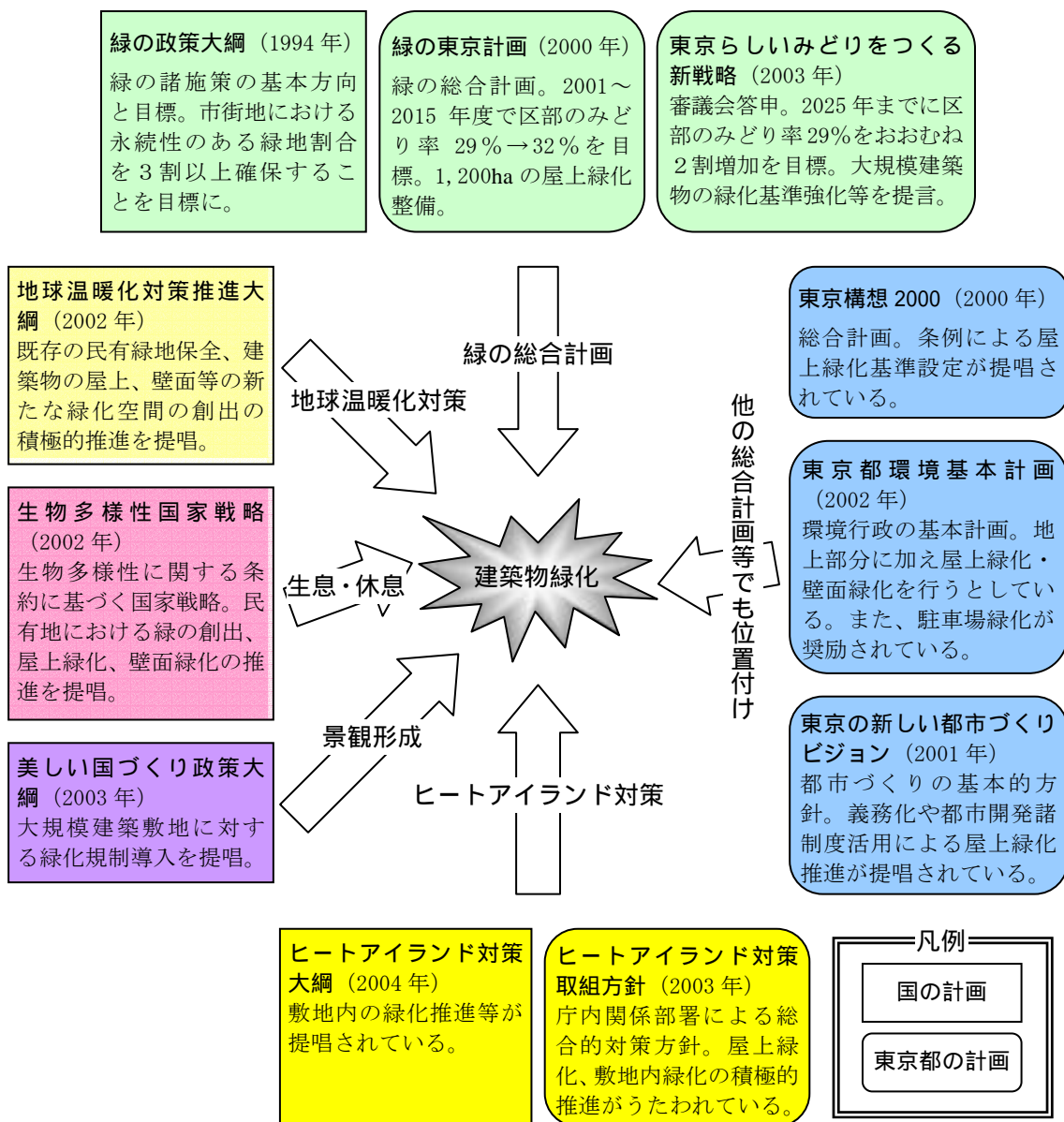
計 画 名	計 画 概 要	建築物緑化に関する記載
緑の東京計画 (2000年12月)	東京の緑に関する総合計画。おおむね50年後における東京の緑の望ましい将来像を見据えて、2001年度から2015年度までの15年間に取り組むべき緑づくりの目標と施策の方向や推進策などを明らかにしている。	みどり率（緑被率に公園の園路、河川等の水面が占める割合を加えたもの）の維持・向上（15年間で、区部29%→32%、多摩80%維持）、ヒートアイランド現象緩和のため、屋上緑化の推進（敷地面積1,000㎡以上の建築物について15年間で1,200ha（うち区部917ha、区部みどり率1.48%に相当）整備）がうたわれている。
東京構想2000 (2000年12月)	21世紀の東京がめざすべき中長期的な将来像（おおむね15年後）とその実現のための施策を明らかにしたもの。	みどり率の目標値（値は「緑の東京計画」と同じ）を設定。ヒートアイランド現象緩和の視点から、区部で大きな面積を占める建築物（区部の面積の26%、都心3区では29%）について、緑を増やすことに取り組むため、自然保護条例により、屋上緑化のための基準を定め、ビルの屋上等の緑化を推進としている。
東京の新しい都市づくりビジョン (2001年10月)	都市づくりの基本的方針を示すことを目的に、めざすべき都市像を明確にして、その実現のための戦略を明らかにするとともに、都市づくりの新たな仕組みを示したもの。	緑の創出と、地球温暖化対策・ヒートアイランド現象緩和の視点から、「一定規模以上の敷地を有する建築物への屋上等緑化の義務付けや都市開発諸制度の活用により、事業者による屋上等緑化を促進していく。また、屋上や壁面、ベランダ等建築物上の緑化施設について固定資産税（償却資産）をすべて非課税とするよう国に求めていく。」としている。
東京都環境基本計画 (2002年1月)	東京都の環境行政に関する基本計画。	ヒートアイランド対策、市街地における緑の回復という視点から、地上部分に加え屋上緑化、壁面緑化を行うとしている。また地上部分についても、駐車場の芝生を活用した緑化等が奨励されている。
ヒートアイランド対策 取組方針 (2003年3月)	ヒートアイランド現象に対して、関係部署が協力的・効果的に取り組むため、対策の方向性等をまとめたもの。	公共施設・民間施設における屋上緑化・敷地内緑化の積極的推進、苗木生産・供給の実施がうたわれている。
東京らしいみどりをつくる新戦略 (2003年10月)	東京がめざす新しい公園緑地のあり方に関する知事からの諮問に対しての、東京都都市計画審議会の答申。	みどり率については2025年時点で区部については現状29%を「おおむね2割程度増加」させるとしている。目標達成のプロセスとしては、増加させるみどりのおおむね3割を公的空間で担保するとし、公開性・永続性・ネットワーク化をもつ公共・民間のみどりについて「準公園」という新たな位置付けを設けた。 また、建築物緑化については、大規模建築物の緑化基準強化、緑化基準を敷地単位に、水循環等に配慮した基準見直し、緑化施設に関する固定資産税の非課税化推進等が挙げられている。

(備考) 各計画書より作成。

(3) 近年の建築物緑化に対する行政の期待

建築物緑化によって創出・保全されるみどりは、公園や森林と比較すると、一つ一つが非常に小規模なものであり、また永続性・公開性という観点からも劣る。しかし近年、都市環境改善の視点から、ヒートアイランド対策や生物多様性実現の手段としてみどりが期待される中、特に高密度な既存市街地を抱える東京都では、公園等の用地取得が困難なことなどから、屋上緑化等の建築物緑化が期待されている。

図表1-5 建築物緑化に関する諸計画



(備考) 1. 各計画書等より作成。
2. ヒートアイランド対策大綱については、2004年3月1日からパブリックコメントを求めている「ヒートアイランド対策大綱(案)」の内容を基にしている。大綱は2004年中に策定予定である。

第2章 建築物緑化の現状と規制・支援制度

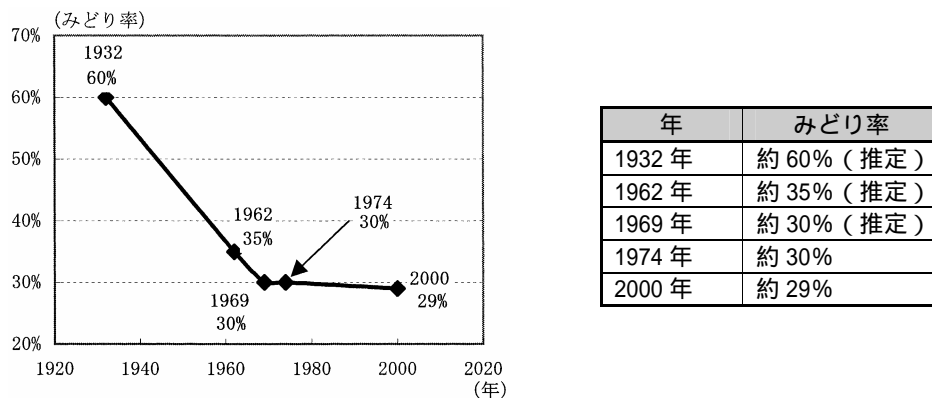
本章では、高密度な既成市街地の代表例として東京都区部のみどりの現状と推移をまとめ、建築物緑化が期待されることになった背景を見ていく。そして、国や東京都の建築物緑化に対する規制・支援制度をまとめる。

1. みどりの現状

(1) 東京都区部におけるみどりの現状と推移

東京都ではみどりの量を表す指標として「みどり率」¹という概念を使っている。東京都区部のみどり率の推移を見ていくと、1970年代以降は横ばい傾向にある。

図表2-1 東京都区部におけるみどり率の推移



(備考) 東京都都市計画審議会答申(2003.10)「東京らしいみどりをつくる新戦略」より作成。

さらに、1974年及び2000年のみどり率の内訳について、その推移を見ていくと、以下の傾向が示されている。

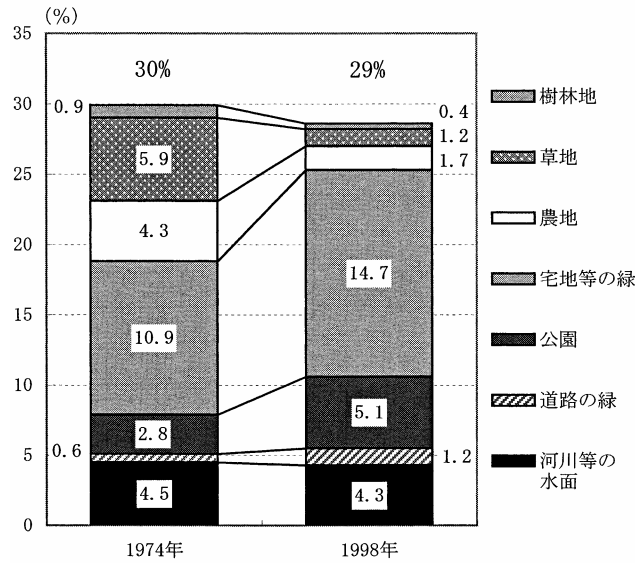
草地、農地、宅地内等の私的空間のみどりは、草地、農地における宅地開発の進展により、全体として減少傾向にある。

1970年代以降、東京都区部のみどりはあまり減少していないが、それは公共空間のみどりの整備(公園、街路樹等)によって支えられている。

草地、農地等のみどりはほとんどなくなっており、みどりの主たる構成要素は、宅地内のみどり、公園、河川等の水面となっている。

¹ 「みどり率」とは、ある地域における樹林地、草地、農地、宅地内の緑(屋上緑化を含む)公園、街路樹や、河川、水路、湖沼などの面積が、その地域全体の面積に占める割合のこと。2000年策定の緑の東京計画から導入されたもので、それ以前は「緑被率」を使用していた。緑被率との違いは、みどり率では緑されていない公園の園路や河川等の水面も、「みどり」の空間として扱われている点である。

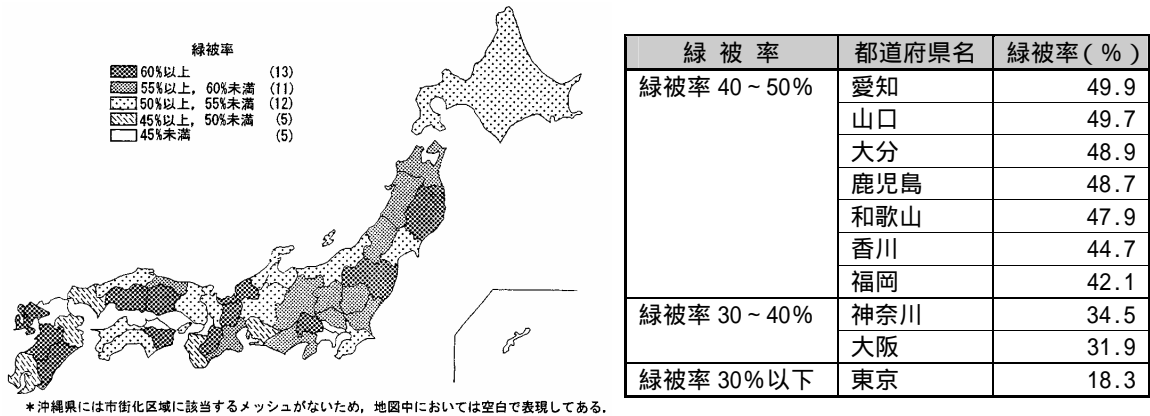
図表 2 - 2 東京都区部のみどり率の内訳の変化



(備考) 東京都(2000)「緑の東京計画」より作成。

なお参考に、全国のみどりの現状を市街化区域内緑被率により都道府県別に見ると、東京、神奈川、大阪が40%を下回る水準にあるが、特に東京については、18.3%と極端に低くなっている。

図表 2 - 3 都道府県別緑被率(市街化区域)



(備考) 1. 環境庁自然保護局(1994)「第4回自然環境保全基礎調査」より引用、作成。
 2. 緑被率は植生自然度2～10のメッシュ数の合計値から算出されている。

(2) 東京都のみどり率の目標と展望

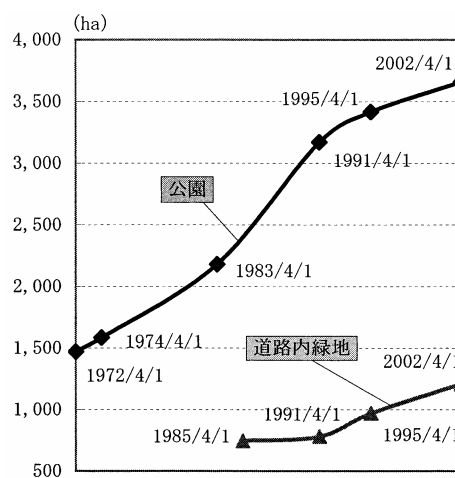
東京都は、「緑の東京計画(2000年12月)」及び「東京らしいみどりをつくる新戦略(2003年10月)」で、東京都区部の目標みどり率を掲げている。

2015年度時点で現在29%を32%に(緑の東京計画)

2025年時点で現在29%をおおむね2割程度増加(=約35%)(東京らしいみどりをつくる新戦略)

32%(+3%)の場合、増加させる面積は約1,900ha、また35%(+6%)とした場合は約3,700haとなる。公共空間のみどりとして代表的な公園・道路内緑地について、近年の面積推移を見てみると、2001年度は、公園が約22ha、道路内緑地が約58ha、合計で約80ha増加している。今後10年間このペースでみどりを増やしても約800haにしかならず、また公園面積の増加推移は鈍化していること、用地取得に多額の財政負担を要すること等から、公共空間のみどりで目標を達成することは困難な状況にある。

図表2-4 東京都区部の公園、道路内緑地面積推移



(備考)東京都「公園調書」及び「TOKYO 街路樹マップ」より作成。

このため、緑の東京計画では、新たな緑化空間として屋上緑化に注目し、2015年度までの15年間で1,200ha(区部で917haを想定)の屋上緑化整備を行うことが目標として掲げられた。

2. 建築物緑化に関する諸制度

本節では、建築物緑化を推進する行政施策について見ていく。なお、地方公共団体については、各団体毎に様々な規制や助成制度を持つが、条例に基づいて屋上緑化等の義務化を行っている都道府県は現在のところ東京都と兵庫県だけである。このため、東京都と兵庫県について見ていく。

(1) 緑の空間整備に関する計画

緑の空間整備に関しては、地方公共団体毎に法律等に基づいてマスタープランを策定することとなっている。また、下記の「緑の基本計画」については、その中での位置付けが、助成制度の要件とされているものもある。

図表2 - 5 緑の空間整備に関する計画の概要

計画名	緑の基本計画	都道府県広域緑地計画
策定主体	区市町村	都道府県
根拠法等	都市緑地保全法	「緑のマスタープラン策定に関する今後の方針(昭和56年9月建設省都市局都市計画課長通達)」
概要	都市公園の整備、緑地保全地区の決定等、都市計画制度に基づく施策と、公共公益施設の緑化、緑地協定、住民参加による緑化活動等都市計画制度によらない施策や取組みを体系的に位置付けた緑のオープンスペースに関する総合的な計画。	都市計画区域全域について広域的観点から緑地の配置の指針となる計画。
策定状況 (2002年3月31日現在)	711 市区町村 (策定中含む)	36 都道府県 (策定予定含む)

(備考) 国土交通省資料より作成。

(2) 国の諸制度

国における建築物緑化に関する諸制度を見ていく。

ア．税の減免措置(緑化施設整備計画認定制度)

都市の緑化を推進するために、建築物の屋上、空地その他の敷地内の緑化施設の整備に関する計画(緑化施設整備計画)を市町村長が認定することで、緑化施設(事業用)に関する固定資産税の軽減等の支援措置が受けられる(事業用以外の緑化施設については、そもそも固定資産税の対象とならない)。

図表2 - 6 緑化施設整備計画認定制度について

根拠	都市緑地保全法(2001年5月に改正され創設)
対象施設	都市緑地保全法に基づく緑の計画で位置付ける緑化重点地区内で、敷地面積1,000 m ² 以上、緑化面積率20%以上
内容	緑化施設の固定資産税軽減(課税標準を5年間2分の1に)
認定状況	2002年4月に最初の施設が認定され、2003年3月末時点で計8施設が認定
所管部署等	国土交通省都市・地域整備局公園緑地課

(備考) 国土交通省資料より作成。

イ．工場立地法に基づく緑地の設置義務

条例もしくは法律に基づいて、一定規模以上の工場について新設あるいは改修時に緑地面積確保を義務付ける制度である。

なお、この法律でいう緑地は、工場立地法施行規則(昭和49年省令第1号)第3条に規定されており、樹木が生育する10 m²を越える区画された土地、あるいは低木又は芝その他地被植物で表面が被われている10 m²を越える土地とされている。東京都では、地方分権一括法の施行に伴い、運用要項・要領を制定し、この中で規則では認められていなかった屋上・壁面・

駐車場上部の 10 m²を越える緑地について、敷地面積の 5 %を限度に緑地面積に算入することを認めている。

また、国においても規制改革の動き等を受けて本法のあり方が検討されており（産業構造審議会地域経済産業分科会工場立地法検討小委員会、平成 15 年 9 月～平成 16 年 1 月）条例に基づく緑地面積率については 10～30%で設定できること、屋上緑化等の特殊空間緑化については、通常の緑地と同等とは扱えないものの、一定の効果を認め、部分的（例えば「緑地面積率（20%）のうちの 4 分の 1（5%）に限って」）に緑地として認めることなどが報告された。

図表 2 - 7 工場立地法に基づく緑化義務について

根拠	工場立地法（昭和 34 年法律第 24 号）第 4 条第 1 項及び第 4 条の 2
対象施設	一定規模以上の工場（新設あるいは改修時）
内容	緑地面積の確保義務（法律に基づく場合：緑地面積率 20%以上、条例に基づく場合：同 15～25%以上）
所管部署等	経済産業省

（備考）経済産業省資料より作成。

ウ．規制による緑地保全・創出

積極的に緑地を保全・創出する手法として、都市緑地保全法に基づく緑地協定（緑化協定）がある。また、建築基準法に基づく建築協定、都市計画法に基づく地区計画制度も、同種の効果が得られる。

なお、緑の保全を主目的とする制度として、緑の基本計画で位置付ける緑地保全地区、同法に基づく市民緑地、都市計画法に基づく風致地区、生産緑地法に基づく生産緑地地区、「都市の美観風致を維持するための樹木の保存に関する法律（昭和 37 年 5 月 18 日法律第 142 号）」に基づく保存樹又は保存樹林などもある。

図表 2 - 8 緑地保全・創出に関する国の諸規制

条例・要綱・制度名	対象施設	内 容
都市緑地保全法に基づく緑地協定	都市計画区域内の土地	土地の所有者等全員の合意により緑地の保全又は緑化に関する事項を定めた緑地協定について市町村長の認可を得る。協定の効果は合意した所有者等の土地を引き継いだ者にも効力がある。なお、平成 7 年度の都市緑地保全法改正前に締結されたものは「緑化協定」と呼ぶ。
建築基準法に基づく建築協定	市町村が条例で定めた区域内の土地	土地の所有者等全員の合意により建築物の位置・形態等を定めた建築協定書について特定行政庁の認可を得る。協定の効果は合意した所有者等の土地を引き継いだ者にも効力がある。
都市計画法・建築基準法に基づく地区計画	都市計画区域内の土地	都市計画において区域等と地区整備計画を定める。地区施設や建築物の用途等が定められるほか、垣若しくはさくの構造も定められる。
都市緑地保全法に基づく緑地保全地区	都市計画区域内の土地	都市計画において緑地保全地区を定める。地区内では建築物の新築等や木竹の伐採等が規制される。

都市計画法に基づく風致地区	都市計画区域及び準都市計画区域内の土地	都市計画において風致地区として定める。地方公共団体の条例により、地区内の建築物の新築等や木竹の伐採等が規制される。
生産緑地法に基づく生産緑地地区	市街化区域内の農地	都市計画において生産緑地地区として定める。地区内では建築物の新築等や土地の形質変更等が規制される。
都市の美観風致を維持するための樹木の保存に関する法律に基づく保存樹及び保存樹林	都市計画区域内の樹木または樹木の集団	市町村長が美観風致を維持するため必要があると認めるもの。所有者は保存に努めなければならない。

(備考) 国土交通省資料より作成。

エ．各種事業等に伴う緑化支援

各種事業を実施する際などに、緑化施設等の整備に対する支援を受けることができる場合もある。例としては以下が挙げられる。

図表 2 - 9 建築物緑化に対する支援

制度名	性質	対象施設	内容	所管部署等
まちづくり交付金	補助金	左記事業で整備する高質空間形成施設(緑化施設等)	施設整備費の 2/3 補助(国 1/3、地方公共団体 1/3)	国土交通省都市・地域整備局
都市再生総合整備事業	補助金	左記事業で整備する高質空間形成施設(緑化施設等)	施設整備費の 2/3 補助(国 1/3、地方公共団体 1/3)	国土交通省都市・地域整備局・住宅局
環境共生住宅市街地モデル事業	補助金	左記事業で整備する環境共生施設(屋上緑化施設等)	施設整備費の 2/3 補助(国 1/3、地方公共団体 1/3)	国土交通省住宅局
先導型再開発緊急促進事業	補助金	市街地再開発事業等で整備する施設建築物で緑化施設を備えるほかバリアフリー、省エネ、防災性向上に寄与するもの	施設整備費の 3/100~7/100 補助	国土交通省都市・地域整備局・住宅局
エコスクール整備推進に関するパイロット・モデル事業	補助金	左記事業で整備する公立学校の校庭緑化や屋上緑化等	施設整備費の 1/2 または 1/3 補助	文部科学省初等中等教育局
屋外教育環境整備事業	補助金	左記事業で整備する公立学校の校庭緑化や屋上緑化等	施設整備費の 1/3 補助	文部科学省初等中等教育局
地方公共団体施策住宅特別加算制度	融資	地方公共団体が政策誘導すべきものとして住宅マスタープランに位置付けた住宅(緑地・生け垣等の外構等が住環境・景観の整備・改善に資する住宅)	特別割増加算額 200 万円/戸	住宅金融公庫
エコビル整備事業	融資	延べ面積 2,000 m ² 以上の建築物(主として住宅を建設する事業は除く)で、屋上緑化施設(緑化面積が 500 m ² 以上で屋上面積の 50%以上)等を備えるもの	建物整備費に対する低利融資。平成 16 年度は、融資比率 40%、政策金利(雨水再利用等、一定以上他の取組みが行われている場合については政策金利)	日本政策投資銀行

(備考) 各所資料より作成。

オ．その他の制度

屋上緑化等の建築物緑化を間接的に推進する制度等として以下も挙げられる。

図表2 - 10 建築物緑化に関するその他の諸制度

制度等	内 容
建築基準法・都市計画法に基づく建ぺい率規制等	敷地内に緑化可能な空地进行を創出するという観点で、建築物緑化誘導制度と位置付けられる。また、建築基準法に基づく総合設計、特定街区も公開空地を創出するという観点から同様に位置付けられる。
エネルギーの使用の合理化に関する法律	建築物の熱損失防止が努力義務（延床面積 2,000 m ² 以上については届出義務）となっているが、延床面積 5,000 m ² 以下の建築物を対象とした仕様規定において、「屋根面積の 40% 以上にあたる屋上緑化」が断熱材として位置付けられている。
「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（グリーン購入法）	「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」が、2003 年 2 月に閣議決定により一部変更され、「公共工事」の項目に「屋上緑化」が加わった。品目の判断基準として、・植物の健全な生育及び生育基盤を有するものであること、・ヒートアイランド現象の緩和等都市環境改善効果を有するものであること、が挙げられている。

（備考）各所資料より作成。

カ．今後計画されている施策

「美しい国づくり政策大綱」（前述）に基づき、2004 年の法改正によって都市緑地保全本法は「都市緑地法」となり、都市公園法の上位法に位置付けられる予定となっている。そして、この改正にあわせ、「緑化地域」が導入される予定である。「緑化地域」とは、

用途地域内で特に緑化の推進を図るべき区域を都市計画に定める。

緑化施設の面積の敷地面積に対する割合（緑化率）の最低限度を都市計画に定める。

緑化地域内の大規模敷地の建築物の緑化率は、上記の緑化率以上でなければならない。というものである。これにより、各自治体において、建築物緑化の義務化を都市計画に基づいて行うことが可能となる。詳細については以下のとおりである。

図表2 - 11 都市緑地法（案）等における緑化地域関連の規定

規定項目	概 要
都市計画での緑化地域の規定	用途地域のうち、良好な都市環境の形成に必要な緑地が不足し、建築物の敷地内において緑化を推進する必要がある区域について、都市計画に、緑化地域を定めることができる。
都市計画での緑化率の規定	緑化地域に関する都市計画には、建築物の緑化施設の面積の敷地面積に対する割合の最低限度（緑化率）を定めるものとする。なお、緑化率は 25% あるいは $(1 - \text{建ぺい率}) \times 0.9$ を越えて定めることはできない。
緑化率による規制	緑化地域内においては、敷地面積が一定規模以上の建築物の新築又は増築をしようとする者は、当該建築物の緑化率を、都市計画に定められた建築物の緑化率の最低限度以上としなければならない。
適用除外	学校その他の建築物であって、その用途によってやむを得ないと認めて市町村長が許可したもの等について、緑化率規制は適用しない。
違反建築物に対する措置	市町村長は、緑化率規制に違反している事実があると認めるときは、当該建築物の新築若しくは増築又は維持保全をする者に対して、相当の期限を定めて、その違反を是正するために必要な措置をとることを命じることができる。

地区計画等における緑化率規制	市町村は、地区整備計画等に定められた建築物の緑化率の最低限度を、条例で、建築物の新築又は増築及び維持保全に関する制限として定めることができる。
建築基準法における緑化率の位置付け	緑化率規制は、建築基準関係規定とみなす。
緑化施設の工事の認定	緑化率規制の対象となる建築物の新築又は増築をしようとする者は、気温その他やむを得ない理由により工事の完了の日までに植栽工事を完了することができない場合においては、市町村長に申し出てその旨の認定を受けて、検査済証の交付を受けることができる。
緑化施設の管理	市町村は、条例で、緑化施設の管理の方法の基準を定めることができる。

(備考)「都市緑地保全法等の一部を改正する法律案(閣議決定)」より作成。

(3) 地方公共団体の諸制度

従来、生け垣等の敷地内緑化を義務付ける条例は各地で施行されてきた。近年、これに加えて屋上緑化等を義務付ける自治体が出てきている。都道府県では、現在のところ、東京都及び兵庫県である。この2つの自治体での義務化について見ていく。

ア．東京都における条例に基づく屋上緑化設置義務について

高密な都市化が進む東京都においては、建築物緑化に対する取組みが積極的に行われてきた。具体的には、昭和47年制定の「東京における自然の回復と保護に関する条例」、昭和60年「東京都緑化指導指針」策定に基づく指導(以下「緑化指導」とよぶ)である。

緑化指導は、条例、施行規則、緑化指導指針に基づき、民間施設及び公共施設について施設の「設置、建て替え及び増築時」に「緑化計画書」の提出を求めることにより行っており、建築基準法に基づく建築確認の前に指導している。基本的には外構の20%を緑化することを指導しており、工事完了後は「緑化完了書」の提出を求めている。

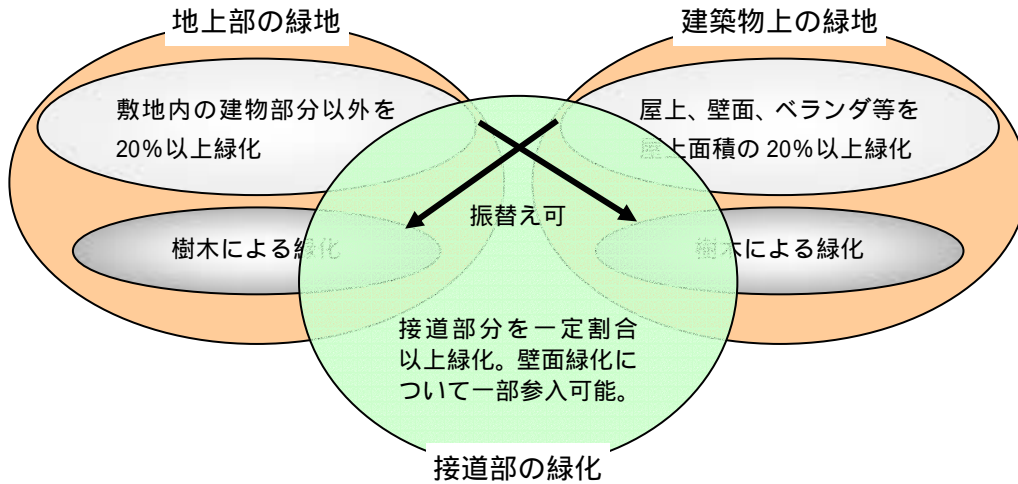
また、緑化義務の対象は条例では「事務所・事業所」としているが、緑化指導指針により、共同住宅、学校などほとんどの施設を対象としているほか、対象となる公共施設の敷地規模も引き下げている。

こうした敷地の緑化(庭木、生け垣等)を指導の結果、市街地における緑化は一定の成果が上がったが、緑化余地が少なくなり、市街地における緑被率が20%台で横ばいとなった。このため、市街地においてさらなる緑の空間確保を行うことを目的に、2000年4月から、外構に加えて、利用可能な屋上面積の20%以上を緑化する指導に強化した。また、前述のとおり、緑の東京計画において屋上緑化の整備目標を提示したことも背景に、2000年12月に条例を改正、2001年4月施行で条例による義務化に踏み切った。

東京における自然の保護に関する条例

敷地面積が1,000㎡(公共施設は250㎡)以上で建築物を新築等する場合には、地上部について20%以上、屋上等について20%以上、接道部について一定割合以上の緑化を行う必要がある。詳細は以下のとおり。なお、違反者については20万円以下の罰金を科す規定となっている。

図表 2 - 12 東京都の建築物緑化義務のイメージ図



(備考) 東京都「緑化計画の手引」より作成。

図表 2 - 13 東京都の建築物緑化義務の内容

義務化の対象	
対象となる施設等	敷地面積が1,000㎡(公共施設は250㎡)以上で、以下のいずれかに該当する施設建築物を新築、改築又は増築すること。 駐車場、資材置場又は作業場を建設すること。 墓地(又はこれらに類するもの)を建設すること。 屋外競技施設又は屋外娯楽施設を建設すること。 廃棄物等の処理施設を建設すること。 前各～を除くその他の工作物等を建設すること。
義務化の内容	
地上部の緑化義務	A又はBによって算出された面積のうち小さい方以上の面積を緑化。 A:(敷地面積-建築面積)×0.2 B:(敷地面積-(敷地面積×建ぺい率×0.8))×0.2 ただし、総合設計制度等、再開発地区計画、高度利用地区、特定街区の敷地については、(敷地面積-建築面積)×0.3以上とする。 地上部での緑化が困難な特段の理由がある場合は、建築物上で樹木による緑化に振り替えることができる。
建築物上の緑化義務	屋上の面積×0.2以上を緑化。 ただし、総合設計制度等の敷地については屋上の面積×0.3以上。 建築物上での緑化が困難な特段の理由がある場合は、地上部で樹木による緑化に振り替えることができる。
接道部の緑化義務	敷地で道路に接する部分のうち一定割合(敷地面積と施設の区分に応じて0.3~0.8)以上を樹木により緑化。 地上部からの高さが10m以下において、道路に接する壁面にツル植物による緑化又はベランダに樹木による緑化を行った場合は、重複部分を除いて算入可能。
用語の定義	
「緑化」の定義	植物等の植栽地又は育成のために必要な土壌基盤等を樹木、芝、草花等で覆うことをいう。ただし、地上部での緑化は、植栽基盤を樹木(10㎡あたり高木1本、中木2本、低木3本以上)で覆うことをいう。
地上部の緑地	縁石等で区画され、樹木の枝、葉により覆われている土地(人工地盤含む)。樹木の樹冠により覆われている舗装面等も含むが、窓先空地等で樹木がない地被植物のみの植栽地や運動広場等の芝生等は含まない。

建築物上の緑地	屋上、壁面、ベランダ等の建築物の平面、立面の部分に、樹木のほか、芝、多年草等を植栽した植栽基盤。植栽基盤からはみ出した樹冠部分や一体をなす池の面積も含む。なお可動式植栽基盤は容量 100ℓ以上のものを算出。室内の緑地は含まない。壁面緑化の詳細については P.49 参照。 ベランダ等とは、建築物の側面で外部に突出又は外部と一体となった構造をもち、室内や廊下等から人が出入りできる部分をいい、植栽基盤の面積を算出。
屋上の面積	建築物の屋根部分で人の出入り及び利用可能な部分の面積のうち、ソーラーパネル、空調等のビルの管理に必要な施設の設置のために緑化が困難な部分を除いた面積。

(備考) 東京都「緑化計画の手引」より作成。

図表 2 - 14 東京都屋上等緑化指導実績

年 度	緑化計画 書 届 出 件 数	屋上緑化 対象件数	屋 上 等 緑化計画 建築物数	屋 上 等 緑化面積 (㎡)	地 上 部 緑化面積 (屋上振替) (㎡)	区の実績 (㎡)	合 計 (㎡)
2000 年度	1,018	532	290	41,137	11,291	-	52,428
2001 年度	1,122	573	369	68,296	31,073	5,043	104,412
2002 年度	1,198	621	376	75,043	35,869	17,567	128,479
2003 年度 (4~9月分)	589	375	232	45,108	21,070	19,487	85,665

- (備考) 1. 東京都資料より作成。
2. 屋上等緑化には、壁面緑化も含む。
3. 屋上緑化対象件数と屋上等緑化計画建築物数の差は、屋上緑化を地上部緑化に全て振り替えた事例の件数を示している。
4. この表中の地上部緑化面積は屋上緑化からの振替分のみを計上している。
5. 区の実績とは、次項で述べている、港区、新宿区、江東区、品川区、渋谷区、豊島区、荒川区の実績を示している。

東京都特別区における規制

東京都の特別区では、条例等により独自に屋上緑化等の推進を図っているところがある。前述の東京都の条例では、都下の区市町村が同等の規制を行った場合について都の条例を適用しない(つまり、その区については、その区の条例等に基づいて緑化規制をかける)旨の規定がある。現在、東京都区部でこの規定の適用を受け、独自の規制を行っているのは、港区、新宿区、江東区、品川区、渋谷区、豊島区、荒川区の7区である。

区によっては、都の基準よりも厳しい基準(例えば対象となる敷地面積の引き下げ)を設けているところもある。

助成措置について

東京都における屋上緑化等への助成措置としては、以下が挙げられる。なお、特別区において独自に助成措置を設けている区もある。

図表2 - 15 東京都の屋上緑化等への助成措置

施 策	概 要
屋上緑化に対する容積率の割増	都市開発諸制度（特定街区、再開発地区計画、高度利用地区、総合設計）の運用に当たり、屋上緑化に対する容積率割増。
東京都都市緑化基金	社会福祉施設、病院、学校、事業所等、民間施設の新たに行う緑化（屋上緑化を含む）工事費用の一部を助成。緑化事業費の30～50%が対象（上限600万円）。平成14年度実績は約2,400万円。
技術・事業革新等支援金融融資制度	中小企業及び事業協同組合などに対して、屋上緑化の事業費などを融資。貸付限度額：企業1億円、組合2億円、貸付期間：設備10年以内（据置2年）、利率（年）：1.5%以下。

（備考）各所資料より作成。

その他の取組み

東京都における建築物緑化推進に向けたその他の取組みとして、市街地整備事業において建設する建築物の緑化基準強化のほか、国に対する緑地保全に向けた税制改善要望等が行われている。

図表2 - 16 東京都における建築物緑化に対するその他の取組み

施 策	概 要
市街地整備事業におけるヒートアイランド対策施設整備指針（2003年5月1日施行）	都施行の市街地再開発事業の施設建築物及び土地区画整理事業の保留地の建築物を対象に、省エネ性能等の施設整備基準を作成。建築物緑化については、屋上部分の60%以上の面積を緑化、建築物を除く敷地部分の45%以上を緑化（又は透水性舗装等）という規定を設けており、都条例の内容よりも厳しい。
緑地保全の推進に係る税制上の軽減措置及び国の補助施策の拡充に関する国への要望（2003年7月、八都県市首脳会議）	緑地の保全・創出・再生のための要望。 保全緑地に係る相続税の軽減 保全緑地の公有地化に係る譲渡所得の特別控除額引き上げ 保全緑地所有者に対する緑地奨励金等の非課税化 新たな近郊緑地保全区域の指定の推進 自治体が取得・整備する緑地・公園に対する補助拡充 自治体の屋上、壁面緑化推進のための助成制度への支援 自治体が行う森林の再生事業についての予算措置拡充
緑の保全及び創出に関するアピール《緑豊かな首都圏の創造をめざして》（2003年11月13日、八都県市首脳会議）	八都県市が緑豊かな首都圏の創造を目指して取り組む内容を共同アピール。内容は以下のとおり。 新たな緑の創出によって既存の緑をつなぎ、広域的な緑のネットワークをつくる。 住民、事業者の自主的な緑づくりを協働して取り組む。 将来にわたり保全すべき緑地に係る相続税については、納税猶予制度を創設し、物納制度を活用し物納された緑地を地方自治体が優先的に保全できる仕組みづくりを、国に強く働きかける。

（備考）東京都資料より作成。

イ．兵庫県における条例に基づく屋上緑化設置義務について

兵庫県では、屋上緑化や壁面緑化が、ヒートアイランド現象緩和等に効果を有し、緑化可能地が限られる都市部において総合的な緑化を進めていく上で公園や街路樹の整備等とともに

に重要な役割を果たすものと位置付け、条例による義務化を行っている。また、義務化と同時に屋上緑化等整備に対する助成・融資制度も設けている。

環境の保全と創造に関する条例

兵庫県では従来、公共施設の敷地の緑化、工場等の敷地の緑化（対象 1,000 m²以上、指導は 5,000 m²以上、工場立地法では 9,000 m²以上）について一定の義務化を行ってきた。

その後、条例改正を通じて 2002 年 10 月 1 日施行で、建築面積 1,000 m²以上の建築物を新築する場合、利用可能な屋上面積の 20%以上の緑化を義務付けた。義務化の内容を検討するにあたっては、先行する東京都の内容を参考にしているが、建築面積を基準としている点（東京都は敷地面積）は異なる。なお、建築物上に太陽電池パネルを設置した場合、その設置面積の 50%を緑地面積として算入できることとしている。

条例による規制の実効性を担保するため、建築確認申請との連携を図っている。このため、緑化計画書の提出先は、建築確認申請を受け付けている県下の市町である。なお、現在の申請数は、最も多い神戸市でも年間 10 件程度である。

義務化による市民等の反応についてであるが、県によると、まず、議会の反応は、特に「悪い」という意見はなかったとのことである。また、企業や市民からも、特に苦情というものはあまりなく、おおむね好評といえる。

現段階での実績は以下のとおりである。年間で 100 件程度の申請があり、総緑地面積で 4 ha 程度である。

図表 2 - 17 兵庫県建築物緑化計画届出状況（2002 年 10 月～2003 年 10 月）

申請件数	124 件
建築面積	370,167.60 m ²
利用可能な屋上面積	181,076.49 m ²
緑地面積	42,187.01 m ²
うち壁面緑化	12,566.71 m ²
太陽電池	482.96 m ²
緑地率	23.3%

（備考）兵庫県資料より作成。

助成・融資制度について

兵庫県では、義務化と同時に、助成・融資制度も創設している。

助成制度（都市緑化促進事業助成金）は、200 万円を限度に緑化施設整備に要する費用の 3 分の 1 を補助する。当初、建築面積 1,000 m²以上の市街化区域内の建築物であることが要件であったが、申請件数等が少ないことから、建築面積要件を 500 m²以上（公共的な施設の場合は面積要件なし）に緩和した。しかし、PR 等も行っているものの、申請件数は少ない（2003 年度の実績は 3 件）。

融資制度（兵庫県屋上緑化資金融資制度）は、中小企業等を対象に 3,000 万円を限度

として、緑化施設整備費について低利融資を行うというものと、25～50%の利子補給を行うものである。しかし、低金利時代の現在、PR等も行っているものの2004年3月現在で申請実績はない。

(4) 建築物緑化に関する諸制度の特徴

建築物緑化の義務化については、以下のような特徴が見られる。

屋上緑化の義務化を実施している自治体は現在のところ都道府県では東京都と兵庫県だけであるが、他の自治体でも検討が進められており、全国的に見て、取組みが始まった段階といえる。

義務化の内容は、管轄地域全体に一律である。(東京都については、一部の特別区で、異なった取組みも行われている。)

建築物緑化の義務化については、他の都市計画(用途地域に応じた規制、都市施設(公園・道路等)との位置関係)等諸制度との連携があまり見られない。

国土交通省により、法的に都市計画と連動した緑化義務の仕組みが設けられる予定であるが、これによりさらに義務化の流れが生じる可能性がある。

また、支援策については、以下のような特徴が見られる。

都市開発事業等、個別の事業における緑化への支援は拡大している。

都市開発事業等とは無関係な個別の緑化施設整備に対する直接的な支援策は少ない。

緑化空間設置後の「維持し続けること」への支援策(例えば緑化空間に対する維持管理費補助、固定資産税減免等)はほとんどない。

第3章 特殊空間緑化市場の現状と動向、課題

前章までで、建築物緑化、特に新たな緑化空間として、屋上緑化や壁面緑化といった特殊空間緑化への期待を見てきた。特殊空間緑化とは、他用途として利用されている空間（屋上や壁など）を緑化するものである。屋上緑化や壁面緑化が有名であるが、都市部等の高密な既成市街地を鳥瞰的に見渡した場合、駐車場という空間も大きな面積を占めており、新たな緑化空間として期待される。また、屋上緑化については、義務化等の動きを背景に、近年、技術発展と市場拡大が見られ、さらに、市場拡大を見こして様々な業種からの参入も見られる。

本章では、特殊空間緑化のうち、屋上緑化、壁面緑化、踏圧地緑化（駐車場緑化）について見ていく。

図表3-1 ここ1年で新聞紙上等に掲載された各社の特殊空間緑化への新たな試み

業種	会社名	内容	特徴
電力会社	モスワークスかんでん(株) (関西電力子会社)	屋上緑化製品販売	社員提案により会社設立
総合化学会社	昭光通商(株) (昭和電工子会社)	屋上緑化システム開発	自動給水装置を活用
不動産管理会社	松下ファシリティマネジメント(株)	緑化システム開発	底面給水ユニット使用
自動車メーカー	トヨタ自動車(株)	屋上緑化用植物開発	大気汚染物質吸収率向上
機械メーカー	日本電空(株)	自動灌水装置開発	ソーラーシステム
産業機械メーカー	コマツゼノア(株)	屋上緑化用装飾砂利開発	剪定枝葉等をリサイクル
産業機械メーカー	(株)トーエー	屋上緑化システム開発	ロックウール使用したマット
建材メーカー	(株)アイディ	壁面緑化パネル開発	ステンレス製缶体使用
海洋資材メーカー・防水メーカー	(株)グリーンダイフレックス (ビーエスエル(株)・(株)ダイフレックス)	屋上緑化事業に参入	新会社設立し参入
緑化資材メーカー	ちえの木	屋上緑化システム開発	小型種子ペレット使用
緑化資材メーカー	共同カイテック(株)	屋上緑化システム開発	雨水のみによる芝育成
緑化資材メーカー	東邦レオ(株)	壁面緑化システム開発	パネルユニット、取り換え可能
緑化資材メーカーほか	東邦レオ(株)・(株)杉孝	壁面緑化レンタル	パネルユニット
緑化資材メーカー・研究所	ピース産業・東京都立産業技術研究所	屋上緑化用シート開発	ピート(泥炭)活用
ゼネコンほか	(株)銭高組・尊農社緑地(株)・ユニチカファイバー(株)	屋上緑化システム開発	シラスを主成分とする軽量土壌
ゼネコンほか	ハザマ・(株)クリアテラネットワーク・西武建設(株)・西武造園(株)	屋上緑化に関する提携強化	幅広いニーズに対応
ゼネコンほか	(株)大林組・大林道路(株)・サンケイ理化(株)	屋上緑化システム開発	簡易給水装置使用
ゼネコンほか	三井住友建設(株)・(株)花俱樂部・岩井金属工業(株)	緑化手すり開発	ヤシ殻繊維・アルミフレーム使用
ゼネコンほか	(株)フジタ・(株)ヒューネット	屋上緑化システム開発	折板屋根に対応
ゼネコン	川田建設(株)	屋上緑化システム開発	雨水貯留、木製型枠廃材利用

(備考) 2003年3月1日から2004年3月1日の新聞(環境緑化新聞、日本工業新聞等)に掲載された記事等を基に作成。

なお、本章及び第5章の内容については、以下の企業・団体にヒアリング（2003年5～12月）を実施し、その内容を参考にしている。

図表3-2 ヒアリングを行った団体・企業

団体等	
東京都	条例による屋上緑化等の義務化を実施。
大阪府	府庁駐車場を活用し、駐車場緑化の実験を実施。
兵庫県	条例による屋上緑化等の義務化を実施。
NPO 屋上開発研究会	緑化関連企業を会員に持つNPO法人。屋上緑化に関する調査・研究、普及啓蒙活動等を行っている。
深沢環境共生住宅自治会	世田谷区の公営住宅。積極的な建築物緑化を行っている。
NEXT21 大阪ガス	大阪ガスの実験住宅。積極的な建築物緑化を行い、居住者によって維持管理されている。
企業	
アーキヤマデ(株)	防水資材メーカーとして有名。トレータイプの薄層緑化製品を開発・販売している。
(株)久保工	ゼネコン。保水材を活用した薄層緑化システムを開発・施工している。
グリーンスター(株)	造園業。セダム緑化については、栽培から施工まで一貫して取り組む。
セダム(株)	造園業である王子木材緑化(株)の関連会社で、屋上緑化の専門販売会社。
(株)竹中工務店	大手ゼネコン。建築物緑化については以前より自社内で実証試験等も行い取り組んでいる。
田島ルーフィング(株)	防水資材メーカーとして有名。薄層緑化に以前より取り組んでいる。
東邦レオ(株)	造園業。軽量土壌の開発・販売で有名。
日本地工(株)	電柱等のアンカー製造・販売で有名。屋上緑化等についても取り組んでいる。
(有)緑花技研	造園コンサルタント。特殊空間緑化について以前より多くの案件に取り組んでいる。

1. 屋上緑化

(1) 屋上緑化とは

まず、ここで取り扱う「屋上緑化」の範囲を決めておく。通常、屋上緑化とよぶ場合、人の歩行を想定した建物最上部の面を、草本類等により緑化することをいう。しかし、近年の技術開発の結果、駐車場の折板屋根や傾斜屋根等、人の歩行を想定していない面においても緑化（通常これは「屋根緑化」と呼ばれる）が可能となっている。

今回、「屋上緑化」という言葉を使う場合は、この屋根緑化を含む建物最上部の面の緑化という意味とする。

(2) 屋上緑化のタイプ

屋上緑化の形態については多様であり、植栽の種類や施工部位等に応じて様々な分類を行うことが可能である。ここでは、日本建築学会（材料施工委員会・防水工事運営委員会）で2003年8月に開催された第2回防水シンポジウムの資料に則り3タイプに分類する。

図表 3-3 屋上緑化のタイプと特徴

タイプ	内 容	荷重・適用例
平面的緑化 (草本類による緑化) (薄層緑化)	芝やセダム類による緑化である。セダム等の場合は低メンテナンス(灌水・剪定等の必要なし)といった特徴をもつ。	植栽基盤の厚さ: 10cm 程度 荷重: 40~100kg/m ² 程度 既存建物や折板屋根にも設置可能
立体的緑化 (草本類と木本類による緑化) (庭園型緑化)	草本類に加え、灌木や喬木などをバランスよく配置した緑化で、人の出入り等を意識する場合が多い。剪定等の維持管理が必要である。	植栽基盤の厚さ: 30~50cm 程度 荷重: 200kg/m ² 程度 荷重や灌水方法等について検討必要
ビオトープ緑化 (多様なハビタットのある緑化)	草本類等による緑化に加え、池等をつけることで多様な生物の生息空間を誘致・保全するもの。我が国では、まだ事例が少ない。	植栽基盤の厚さ: 30~50cm 程度 荷重: 400~500kg/m ² 程度 荷重等に加え、周辺環境との調和について十分な検討必要

図表 3-4 平面的緑化の例
(兵庫県庁)



図表 3-5 立体的緑化の例
(NEXT21 (大阪市))



上記のタイプのうち、ビオトープ緑化については、事例が少ない点、立体的緑化の一類型として整理できる点、固定荷重がかなり大きく限られた建築物にしか適用できない点等から、ヒアリング等の調査対象から除外した。平面的緑化及び立体的緑化については、区別してコスト等の調査を行っている。

(3) 屋上緑化に対する意識

ア. 緑化関連企業の意識

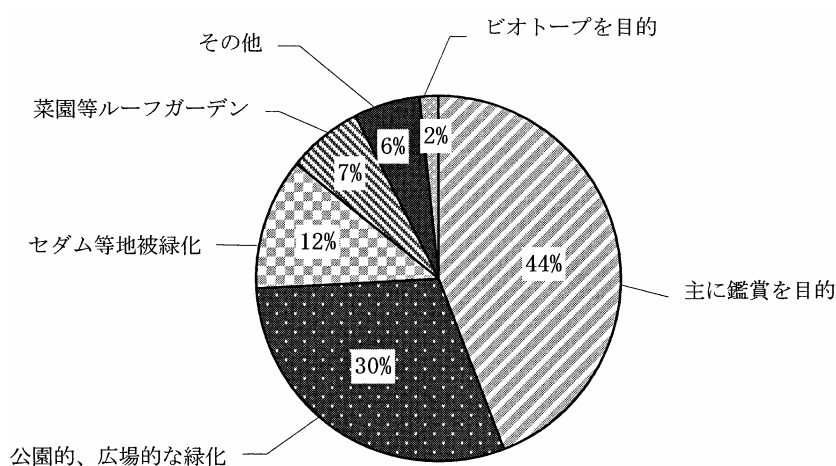
(社)東京都造園緑化業協会が、2002年に会員145社を対象に行ったアンケート調査(50社回

答) ¹から、施工者の屋上緑化に関する意識を見ていく。

①事例概要

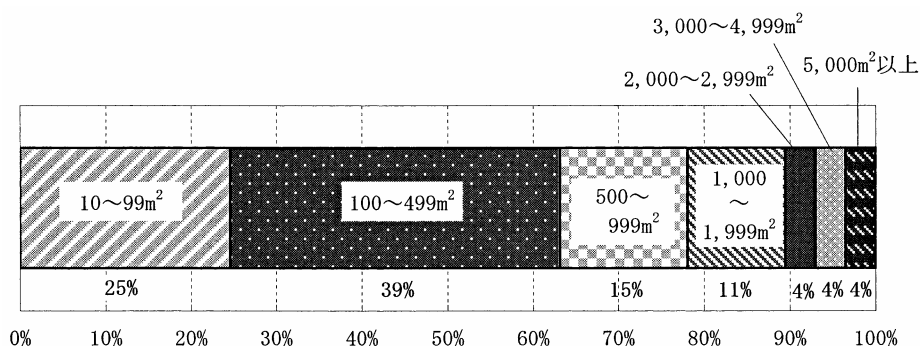
回答企業が施工した屋上緑化について、そのタイプは建物所有者自身の楽しみを目的としたもの（鑑賞、菜園）が約5割、利用者をあまり特定しないもの（セダム、公園的緑化、ビオトープ）が約4割となった。また規模は、全体の約3分の2が500㎡以下、約4分の1が100㎡以下と比較的小規模なものが多い。

図表3-6 施工した屋上緑化のタイプ



(備考) 「施工した屋上緑化はどのようなタイプですか」との質問に対する回答。

図表3-7 施工した屋上緑化の規模



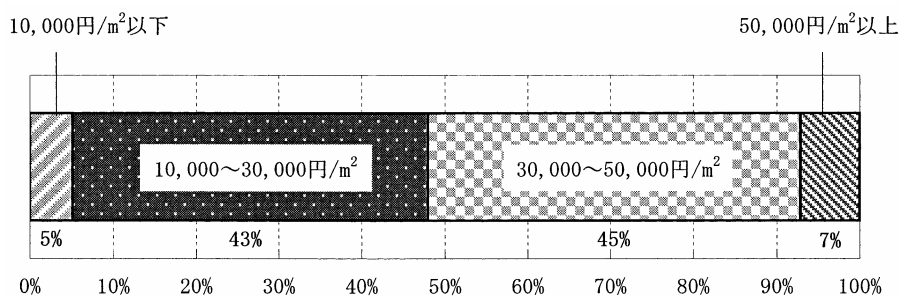
(備考) 「屋上緑化の主な施工事例の概要を記入してください」との質問に対する回答。

②イニシャルコストについて

屋上緑化の施工費用については、約9割が10,000~50,000円/㎡である。また、施工者が適当と考えている施工費用は、実際の施工費用とあまり変わらないものの、ややそれを上回る費用を示している。

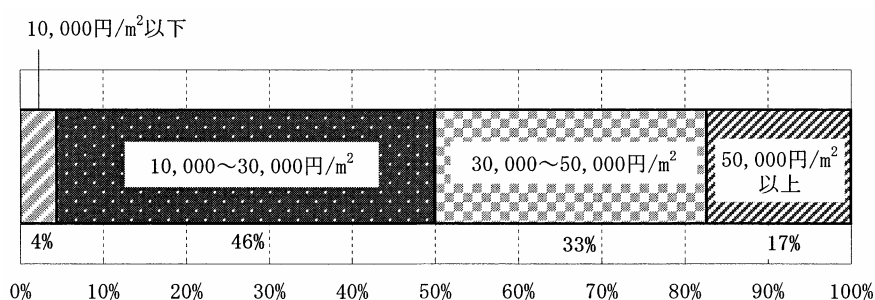
¹ (社)東京都造園緑化業協会 (2002) 「東京都緑化白書 (平成14年版)」 に掲載

図表3-8 屋上緑化の施工費用



(備考)「屋上緑化の施工費用はどのくらいですか」との質問に対する回答。

図表3-9 適当と考えられる屋上緑化の施工費用



(備考)「屋上緑化の施工費用として、どのくらいが適当だと思いますか」との質問に対する回答。

③ランニングコストについて

回答企業が自ら施工した屋上緑化の管理を行った事例について、その概要を調査している。それによると、

- ・管理作業としては、灌水は約75%が自動で行い省力化を図っている。
- ・病虫害防除は約86%と大半が行っている。
- ・剪定、刈込、除草、施肥などの作業を約71%が行っている。
- ・管理費用については、

鑑賞タイプ : 600~25,000 円/m²

公園・広場タイプ : 600~2,500 円/m²

花壇管理 : 6,000~10,000 円/m²

と鑑賞タイプについては大きな差がある。

④屋上緑化市場の将来性について

「屋上緑化事業は今後、造園建設業界にとってビジネスの柱になっていくと思いますか」との質問に対しては、約7割の事業者が「思う」と回答し、屋上緑化市場の拡大に対して期待感を抱いている。

イ. 行政の意識

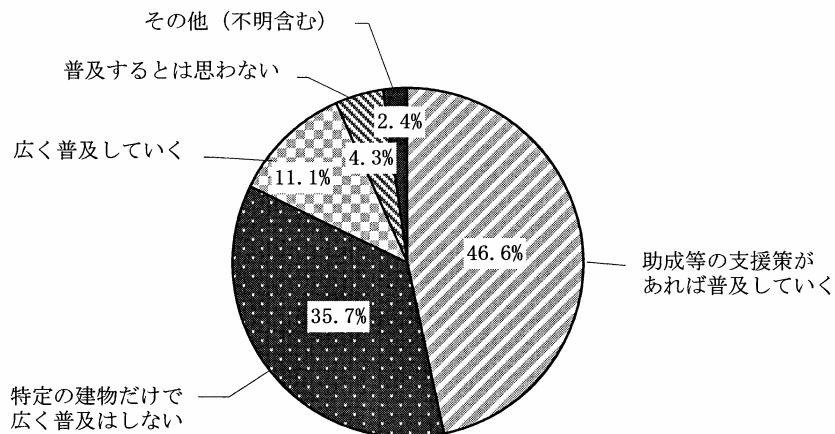
建設省住宅局市街地建築課とNPO屋上開発研究会によって、1999年9~11月に全国都道

府県庁、市役所、東京都特別区計 739 団体を対象に行ったアンケート調査（468 団体回答）² から、行政の屋上緑化に対する意識を見ていく。

①普及について

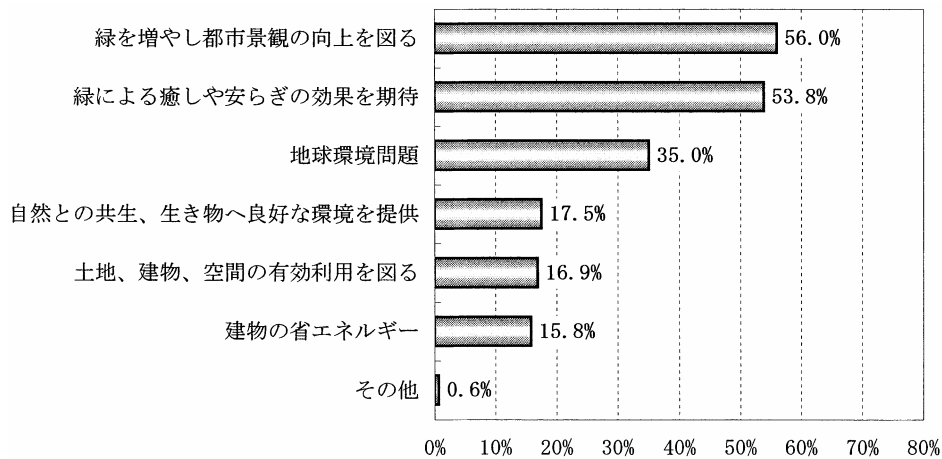
屋上緑化は普及するものの、全ての建物で普及するとは考えておらず、また、普及には支援策が必要であるとの考えを示している。また、建物の省エネルギーや土地・建物の有効利用といった比較的金額換算しやすい定量的な効果よりも、都市景観の向上や癒し・安らぎといった定性的な効果が期待されて普及すると考えている。

図表 3-10 建築物緑化普及の可能性



（備考）「都市における建築物緑化は広く普及していくと思うか」との質問に対する回答。

図表 3-11 建築物緑化普及の理由



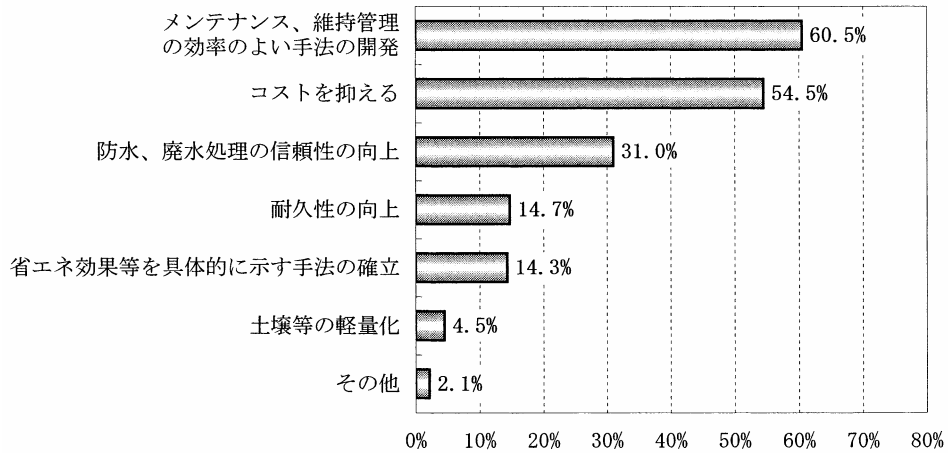
（備考）「都市における建築物緑化の普及の理由（2つまで回答可）」との質問に対する回答。

②屋上緑化・壁面緑化導入の課題

緑化施工時の技術的課題よりも、維持管理やコストを課題と考えている。

² 建設省住宅局市街地建築課・屋上開発研究会（1999）「都市における建築物等の緑化に関するアンケート調査」

図表3-12 屋上緑化・壁面緑化導入時の課題



(備考)「庁舎・公共建築物に屋上緑化・壁面緑化を取り入れる時の今後の課題、問題点(2つまで回答可)」との質問に対する回答。

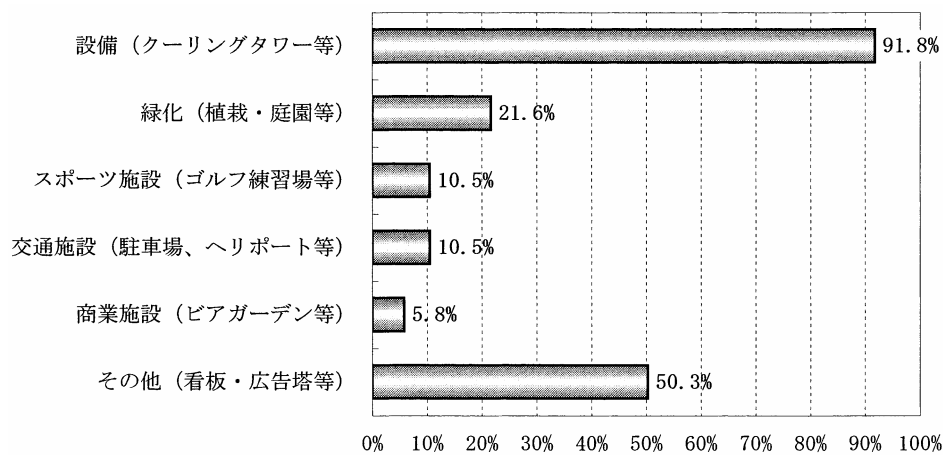
ウ. 建物オーナーの意識

NPO 屋上開発研究会によって2001年4～5月に東京、大阪、名古屋の建物(ビル)オーナー(企業)696社を対象に行ったアンケート調査(239社回答)³から、建物オーナーの屋上緑化に関する意識を見ていく。

①屋上利用の現状

屋上を何らかの目的で利用している場合(回答者の約7割、約3割は未利用)、その用途は建物として不可欠なクーリングタワー等の設備が当然ながら多いものの、緑化を行っている事例も少なからずある。

図表3-13 屋上利用の用途



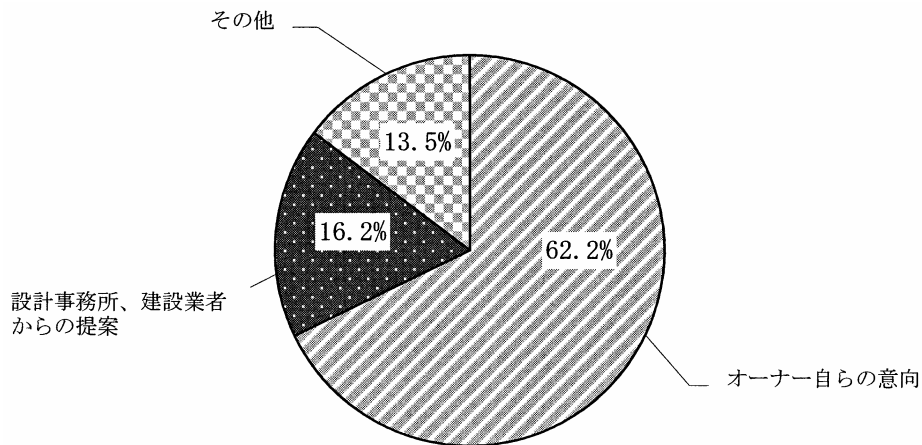
(備考)「屋上利用(「利用している」との回答は全体の71.5%)の用途は(複数回答可)」との質問に対する回答。

³ NPO 屋上開発研究会(2001)「屋上利用に関するオーナーアンケート調査」

②屋上緑化の経緯・利用状況

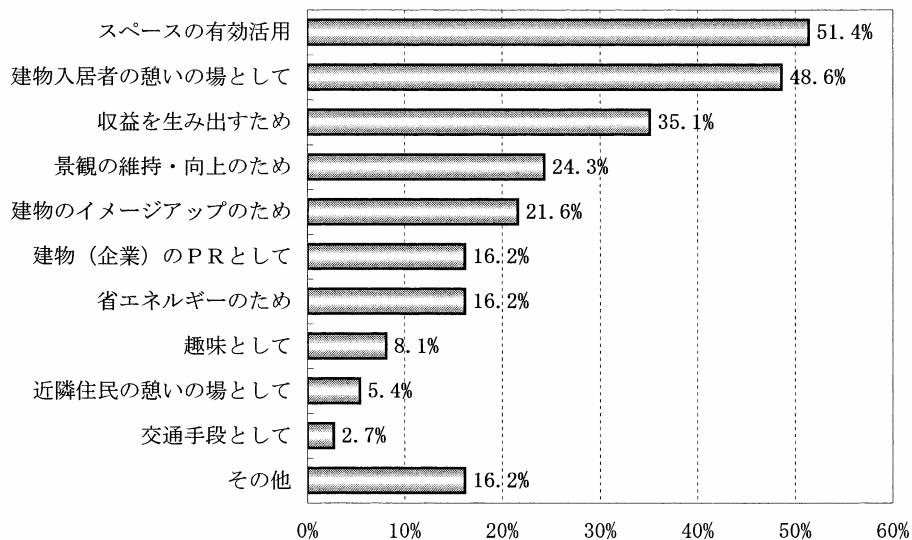
屋上緑化を行うきっかけは、設計事務所等からの提案よりも、オーナーの意向に基づいて行われる場合が多い。そしてその目的は、憩いの場の創出とともに、収益創出・PRといった意向も強い。なお、施工した屋上緑化の多くが利用され効果を上げている。

図表3-14 屋上緑化の動機



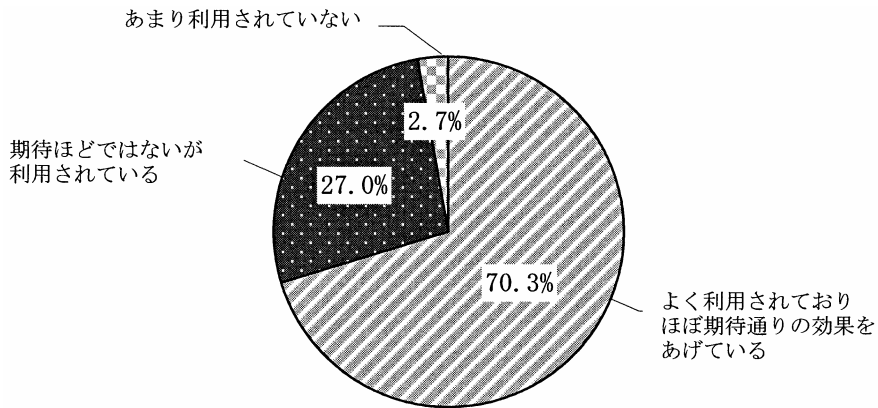
(備考)「屋上利用(「緑化」と回答)の動機は」との質問に対する回答。

図表3-15 屋上緑化の目的



(備考)「屋上利用(「緑化」と回答)の目的は(複数回答可)」との質問に対する回答。

図表 3-16 屋上緑化の利用状況

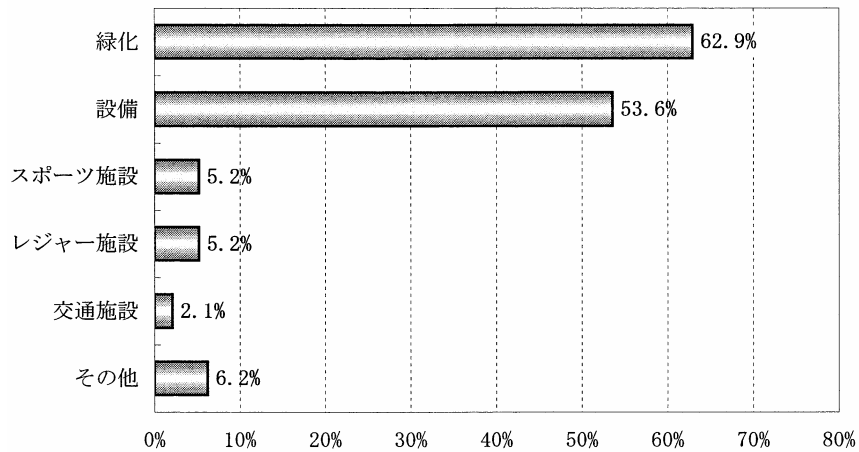


(備考)「屋上利用(「緑化」と回答)の利用状況について」との質問に対する回答。

③屋上緑化実現への課題

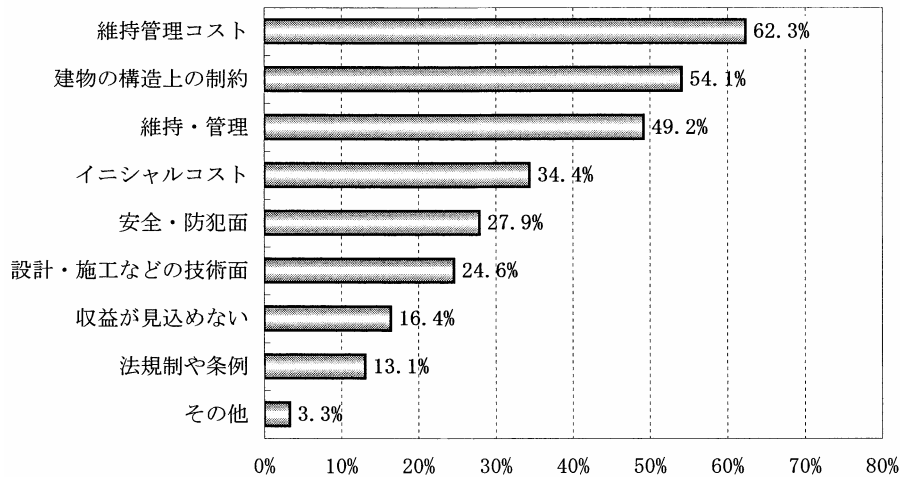
屋上緑化への関心は強い。実現するにあたっては、建物構造上の制約を除けば、維持管理とコスト(特にインシヤルコストよりも維持管理コスト)が大きな課題として認識されている。また、行政に対しては、容積率・建ぺい率等の間接的なインセンティブより、税制優遇や補助金など直接的な支援が期待されている。

図表 3-17 関心のある屋上利用形態



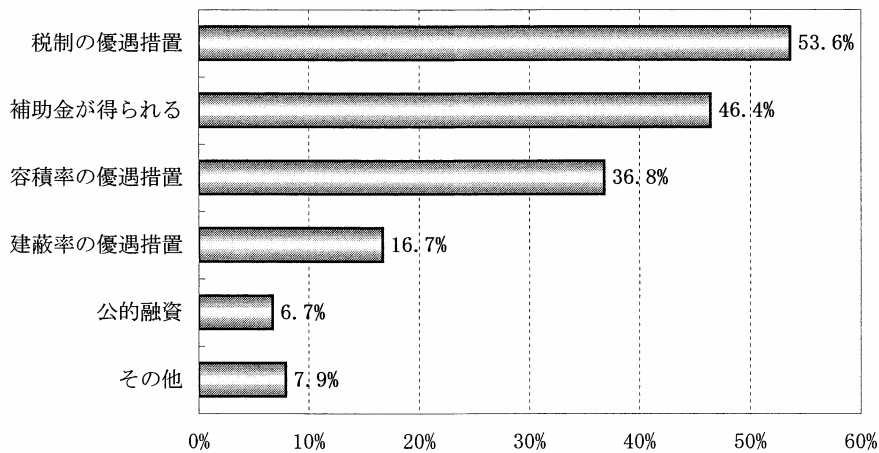
(備考)「屋上利用形態(用途)で関心のある分野は(複数回答可)」との質問に対する回答。

図表3-18 屋上緑化実現の問題点



(備考)「屋上利用形態で関心のある分野(「緑化」と回答)を実現する場合の問題点は(複数回答可)」との質問に対する回答。

図表3-19 屋上緑化推進に向けた行政への期待



(備考)「行政面でどのような条件が整えば、屋上緑化が推進できるか(複数回答可)」との質問に対する回答。

エ. 3つの意識調査から得られる知見

以上3つの異なる意識調査は、屋上緑化の条例による義務化が行われる以前のものである。このため、調査対象になっている屋上緑化は、建物所有者の意向にもとづいて作られた、憩いや安らぎが得られるような立体的緑化が多いと想像される。そして、こうした立体的緑化については、憩いや安らぎの空間づくりへのニーズから、普及していくと見られている。

普及の障壁となる課題としては、技術面の問題よりも、維持管理の手間やそのコストが強く示されている。立体的緑化については通常灌水の必要があるが、自動灌水装置を導入している事例が多いのも、それを示しているといえる。また、行政に対する支援策への期待も強い。維持管理の手間・コストを抑えた、憩いや安らぎが得られるような屋上緑化が求められている。

(4) 屋上緑化施工に際しての技術的留意点

技術的留意点については、近年参考となる各種文献が揃ってきている⁴。詳細については、そちらを参照いただきたい。ここでは、各項目毎に代表的な検討すべき課題を簡単にまとめておく。

- ①荷重条件 : 改修等の場合は特に、緑化資材＋歩行荷重を想定し計算する。
- ②耐根性 : 植物の根が防水層を貫通しないよう、耐根シート等の使用を検討。
- ③衝撃緩衝性 : 屋上緑化施工時、管理時に防水層を傷つけないよう配慮。
- ④排水性能 : 根腐れ防止、雨天時の土壌流出に伴うドレーン詰まり等に配慮。
- ⑤保水性能 : 適切な湿潤状態の担保。
- ⑥灌水設備 : 夏の乾期においても枯死しないよう灌水設備設置を検討。
- ⑦風圧力 : 台風時における緑化資材の飛散等を想定し、固定方法等を検討。
- ⑧植生 : 育成による荷重増や、周辺環境による植生変化も想定。
- ⑨維持管理 : 通路等の確保、ドレーン等の清掃点検に配慮。

(5) 屋上緑化製品の開発に対する企業の取組み

前述の東京都における屋上緑化等の義務化なども背景に、各社において様々な屋上緑化製品が開発されている。特に、維持管理の手間があまりかからず、既存建物の屋上にも設置可能な平面的緑化について、熱心な取組みがなされている。

ア. 平面的緑化に対する取組み

地上部における平面的な緑化の植栽としては、芝が最も一般的だと思われる。しかし、芝は剪定・灌水等の維持管理が必要とされることから、屋上緑化の先進国といえるドイツ（第4章において詳述）の屋上緑化において一般的に利用されているセダムに注目が集まっている。セダムとは砂漠や海岸の岩場などで生育する小型で多肉質の多年草であり、乾燥に強く比較的薄い土壌で生息できる。セダムを活用することのメリットは、①土壌厚を薄くでき全体の軽量化による建物への荷重負荷軽減が可能となる（また、土壌が薄くなることで、他の雑草等の繁茂を抑制できる）、②灌水の必要がほとんどなく、維持管理の手間を軽減できる、という点が挙げられる。

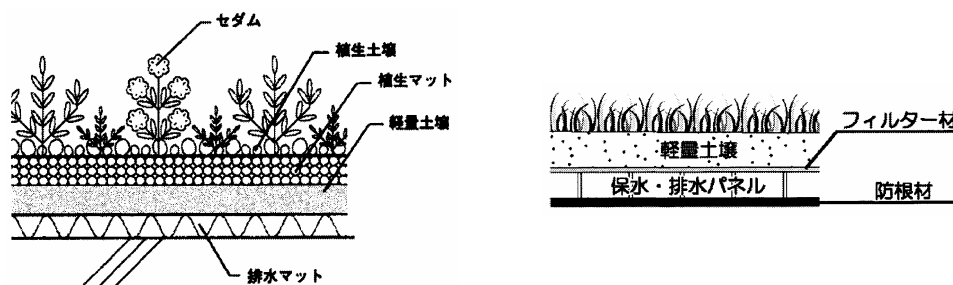
こうしたセダム等を活用した平面的緑化については、既に数社が開発に取り組んでおり、緑化システム（植栽から土壌、排水層、防根シート等で構成）として製品化されている。ま

⁴ 屋上緑化に際しての技術的な留意点については以下の文献が参考になるとと思われる。

- 財都市緑化技術開発機構 特殊緑化共同研究会（1995、1996）「NEO-GREEN SPACE DESIGN①～③ 新・緑空間デザイン」（株誠文堂新光社）
- 財都市緑化技術開発機構 グランドカバー共同研究会（2000）「グランドカバー緑化ガイドブック」（株鹿島出版会）
- 社日本造園学会（1998）「ランドスケープ大系④ ランドスケープと緑化」（技法堂出版）
- 日経アーキテクチュア（2003）「実例に学ぶ屋上緑化 設計～施工～メンテナンスの勘所」（株日経 BP 社）
- 建築思潮研究所（2002）「建築設計資料 85 屋上緑化・壁面緑化—環境共生への道」（株建築資料研究所）
- 日本建築学会（材料施工委員会・防水工事運営委員会）（2003）「第2回防水シンポジウム資料集」

た、施工実績も東京都での義務化等を背景に急速に拡大している。前述の技術的課題については、施工実績を積む過程で改善が図られており、現在では、勾配屋根（土壌について一様な保水状態を維持するのが難しい）、高層建築物屋上（風圧力がかかり飛散防止等に十分な対策が必要）、折板屋根（荷重条件が厳しい）等でも、緑化が可能となっている。

図表 3-20 平面的緑化のイメージ



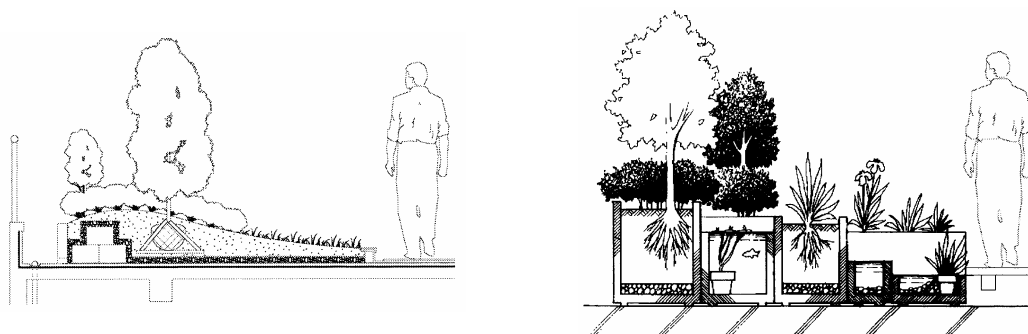
(備考) 兵庫県「建築物緑化計画の手引き」より引用。

イ. 立体的緑化に対する取組み

立体的緑化やビオトープ緑化は、通常、施工場所や施主の要望に応じて仕様（植栽や土壌厚等）等が計画・検討されるオーダーメイドである。人工軽量土壌や防根シート等については共通の緑化資材が使用されるケースも多いが、植栽を含めた緑化システムとして製品化されているものはほとんどない。（人工軽量土壌や排水層によって構成される植栽基盤を製品化しているものはある。）

荷重の条件から、既存建物での施工が難しい場合が多く、新築の建物等において施工されているケースが多い。技術的には、荷重の条件さえクリアすれば、中木、高木等を含めた様々なバリエーションのある緑化が可能となっている。

図表 3-21 立体的緑化のイメージ



(備考) 兵庫県「建築物緑化計画の手引き」より引用。

(6) 屋上緑化のコストの現状

コストの側面から平面的緑化及び立体的緑化の現状を見ていく。

ア. イニシャルコストの現状

まず、平面的緑化のイニシャルコストについて見ていく。各社より様々な製品が販売されているが、その一部を例としてまとめる。現在の価格は、20,000 円/㎡前後（材工共）であり、2、3年前の同種の製品（仕様が変更となっているものも多い）と比較すると、価格競争等の結果、おおむね2～3割のコストダウンとなっている。

次に、立体的緑化のイニシャルコストについてであるが、植える樹木によってコストは大きく異なるが、標準的な中木の苗木を植えた場合を想定し、各社にヒアリングを行ったところ、おおむね40,000～50,000 円/㎡程度（材工共）という回答であった。

なお、通常の地上部で庭木（ハナミズキ等を想定）を植えた場合のコストは、おおむね約5,000 円/㎡程度である。

図表3-22 各社平面的緑化製品のイニシャルコスト

会社名	製品名	仕様	概要	価格 (2、3年前の同種製品の価格)
田島ルーフィング(株)	G-WAVE Ecom FD-EU・S	荷重：53kg/㎡ 厚さ：60mm 植栽：セダム類 トレイ使用	ユニット化されたトレイを保水・排水機能をもつドレインに取付。	19,000 円/㎡ (30,000 円/㎡)
株式会社久保工	ハイドロゲルトレイ工法	荷重：60kg/㎡ 土壌厚：60mm 植栽：コウライ芝 トレイ使用	大学機関等と共同開発した保水剤を使用した土壌が特徴。	17,300 円/㎡ (-)
日本地工(株)	セダム畑	荷重：30kg/㎡ 厚さ：55mm 植栽：セダム類 ボード使用	高断熱ボード使用。セダムを徐々に育成させる工法も提案。	20,000 円/㎡ (30,000 円/㎡)
グリーンスター(株)	セダムガーデン	荷重：50kg/㎡ 厚さ：70mm 植栽：セダム類 マット使用	自社で栽培を行っているセダム類を混植して使用。	22,000 円/㎡ (27,000 円/㎡)
株式会社竹中工務店	セダムカーペット	荷重：40kg/㎡ 厚さ：55mm 植栽：セダム類 トレイ使用	ユニット化されたトレイを下地に取り付けた固定ピンに取付。 (両社の共同開発)	18,000 円/㎡ (25,000 円/㎡)
アーキヤマデ(株)	プリオセダム	荷重：43kg/㎡ 厚さ：30mm 植栽：セダム類 マット使用	自社で栽培を行っているセダム類を混植して使用。	23,000 円/㎡ (27,000 円/㎡)
セダム(株)	王子セダムマット OSM-30	荷重：43kg/㎡ 厚さ：30mm 植栽：セダム類 マット使用	自社で栽培を行っているセダム類を混植して使用。	23,000 円/㎡ (27,000 円/㎡)

- (備考) 1. 各企業へのヒアリング等より作成。
 2. 価格については、材工共、100～200 ㎡の施工を想定している。
 3. 上記の製品価格については、各社による様々な特徴があり、また価格の範囲（運搬費の有無等）が異なるため、単純に比較することはできない。また、企業によっては、下記とは異なるタイプ（植栽基盤の厚さ等）の製品を別途販売している場合もある。

イ. 維持管理費用について

維持管理費用は緑化の仕様によって大きく異なる。また、維持管理費用の大半は人件費で構成されるため、年に延べ何人の作業員が維持管理のために必要とされるかによって、費用がほぼ決まる。

屋上緑化のタイプ毎の維持管理費用は、セダムによる緑化の場合は、通常、年2、3回の点検が必要となり、300～500円/㎡程度（500㎡を想定）。芝による緑化の場合は、刈り込みの必要があるため、1,000円/㎡程度（500㎡を想定）。立体的緑化については、樹木の種類によって、剪定や灌水の必要性・頻度等が異なるが、施工費用の4～5%程度と想定されている（2,000～3,000円/㎡程度）。

参考に前述の製品の維持管理費用を下記に示す。

図表3-23 各社平面的緑化製品の維持管理費用

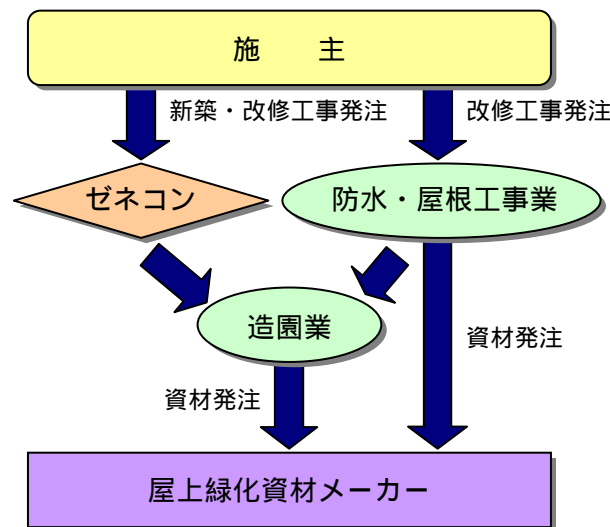
会社名	製品名	維持管理の内容	費用	備考
田島ルーフィング㈱	G-WAVE Ecom FD-EU・S (セダム類)	点検・除草：年3回 施肥：2年に1回	300円/㎡程度	施工面積に応じた年間メンテナンス費用を提示している。
㈱久保工	ハイドロゲルトレー工法 (コウライ芝)	刈込・灌水：年2回 施肥：年1回 除草：年2回 点検：年4回	900円/㎡～	維持管理についていくつかのメニューを提示している。記載内容は最も低メンテの場合。
日本土工㈱	セダム畑 (セダム類)	点検：年2回	200円/㎡程度	—
グリーンスター㈱	セダムガーデン (セダム類)	除草：年2回 施肥：年1回 点検：年4回	300円/㎡程度	5年の枯れ保証が付いている。また1年は無償メンテナンス。
㈱竹中工務店	セダムカーペット	施肥：年1回 簡易点検：月1回	300～400円/㎡	—
アーキヤマデ㈱	プリオセダム (セダム類)			
セダム㈱	王子セダムマット OSM-30 (セダム類)	点検：年4回	600円/㎡程度	2年間は無償メンテナンス。

- (備考) 1. 各企業へのヒアリング等より作成。
2. 費用については、500㎡の場合を想定している。
3. 点検時に病虫害発生等があった場合、それに対応するための費用は含まれていない。

ウ. 受注形態について

単年度の緑化関連企業の屋上緑化施工実績を受注機会別に見ると、各社によってばらつきがあるものの、面積ベースでおおむね新築工事時が8割、改修工事時が2割である。新築の場合は、ゼネコン→造園業→屋上緑化資材メーカーといったルートでの受注が一般的であり、改修（防水改修・屋根改修など）の場合は、防水業・屋根工事業→屋上緑化資材メーカーといったルートでの受注もある。

図表3-24 屋上緑化資材の典型的な受注形態



(備考) 各社へのヒアリングより作成。

エ. コストダウンに向けた取組みについて

平面的緑化のイニシャルコストはここ2、3年の間で低下している。市場拡大に伴い受注量が増えることで原価が低下しているという面もあるが、新規事業者の参入等による価格競争が大きな要因である。また一方、立体的緑化のコストはあまり下がってはいない。ヒアリングした企業のうち数社より、屋上緑化の広範な普及には現状の約半額である10,000円/㎡程度までコストダウンが必要との見方が多い。

今後のコストダウンについては、イニシャルコストを構成する材料費と施工費のうち、材料費については市場拡大に伴うさらなる原価の低下が期待され、また施工費については職人のスキルアップによる施工効率の向上、荷揚げ・運搬の工夫等により、コストダウンの可能性があるとされている。しかし、こうした企業内の努力だけで10,000円/㎡という価格を達成するのは難しいと考える企業がほとんどであり、現在の受注形態の構造を変える必要性を唱える企業もある。

(7) 屋上緑化市場規模について

ア. 屋上緑化市場規模の現状

屋上緑化の市場規模については、各所の調査機関等において推計が行われている。環境緑化新聞が2001年に実施した調査によると、2003年の推計値として、約500億円という市場規模が示されている。

図表3-25 2003年の屋上緑化・壁面緑化市場規模（環境緑化新聞2001年推計）

屋上緑化市場	521 億円/年
壁面緑化市場	195 億円/年
合計	716 億円/年

- (備考) 1. 環境緑化新聞記事(2001年5月23日)より作成。
 2. 企業25社からの回答と行政組織・団体へのヒアリング等により推計している。

しかし、事業者へのヒアリング等から推測するに、現状の市場規模はこれよりかなり小さいのではないかと考えられる。ヒアリング等の中で、屋上緑化市場(フロー)に関する以下の意見が見られた。

- 現在のところ全国の屋上緑化施工面積は年間40ha程度ではないか。(企業ヒアリング)
- 東京都での施工実績が全体の6割程度ではないか。(NPO屋上開発研究会)
- 東京都での条例に基づく施工実績は2002年度約9ha、2003年度約13ha(見込み)。(東京都)
- 兵庫県での条例に基づく施工実績は年間約4ha(兵庫県)
- 東京都や兵庫県では義務化によって施工されているものが大半ではないか。(企業ヒアリング)
- 平面的緑化が約8割程度を占めている。(企業ヒアリング)
- 平面的緑化及び立体的緑化の平均的な単価は、20,000円/㎡及び50,000円/㎡。(企業ヒアリング)

これらを基に、全国の屋上緑化施工面積を東京都の実績から推計すると、

$$13\text{ha (東京都2003年度実績)} \div 0.8 \text{ (義務化に基づかないものを含む)} \div 0.6 \text{ (全国ベース)} = 23\text{ha}$$

であり、年間23~40ha程度の施工実績があると予想される。

また、事業費ベースの市場規模は、施工単価が、

$$(20,000\text{円/㎡} \times 0.8 + 50,000\text{円/㎡} \times 0.2) = 26,000\text{円/㎡ (平均単価)}$$

と想定され、これに先ほどの施工実績を乗じると、年間60~100億円となる。灌水装置等の附帯設備費、維持管理費等々を考慮しても、市場全体としては、100~150億円程度の規模と推定される。ただし、今後の見通しについては、ヒアリングを通じた各社の比較的共通した見解として、全体の市場規模については施工面積ベースで年2~3割程度の伸びを予想している。環境省の「わが国の環境ビジネスの市場規模及び雇用規模の現状と将来予測についての推計(2003年5月)」において、都市緑化(公園事業等も含む)の2010年の市場規模を2000年比5%増と推計しており、屋上緑化市場がこうした都市緑化市場の中でもかなりの成長産業に位置付けられることが推察される。

図表3-26 都市緑化ビジネスの市場規模及び雇用規模の推計結果

	2000年	2010年	2020年
市場規模(億円)	14,500	15,205	15,910
2000年比	—	1.05	1.10
雇用規模(人)	63,695	66,791	69,886
2000年比	—	1.05	1.10

- (備考) 環境省「わが国の環境ビジネスの市場規模及び雇用規模の現状と将来予測についての推計」(2003年)より作成。

イ. 屋上緑化市場の今後の展望

今後の屋上緑化市場の動向を探るにあたり、関係が深いと思われる建築工事関連の指標を整理する。整理にあたっては、義務化で先行し現在の市場の大きな割合を占めていると推測される、東京都の情報を中心にまとめる。

①緑化可能な面積の試算

(財)都市緑化技術開発機構が「緑化空間創出のための基盤技術の開発報告書（1995、建設省）」を基に、主要な都市における屋上・壁面緑化可能面積を算定しているが、現状の施工実績と比較するとかなり大きな規模であり、これらを潜在的需要と考えることもできる。また、後述する壁面緑化については、東京における緑化余地が特に大きい。

図表3-27 主要都市における屋上・壁面緑化可能面積

(単位：ha)

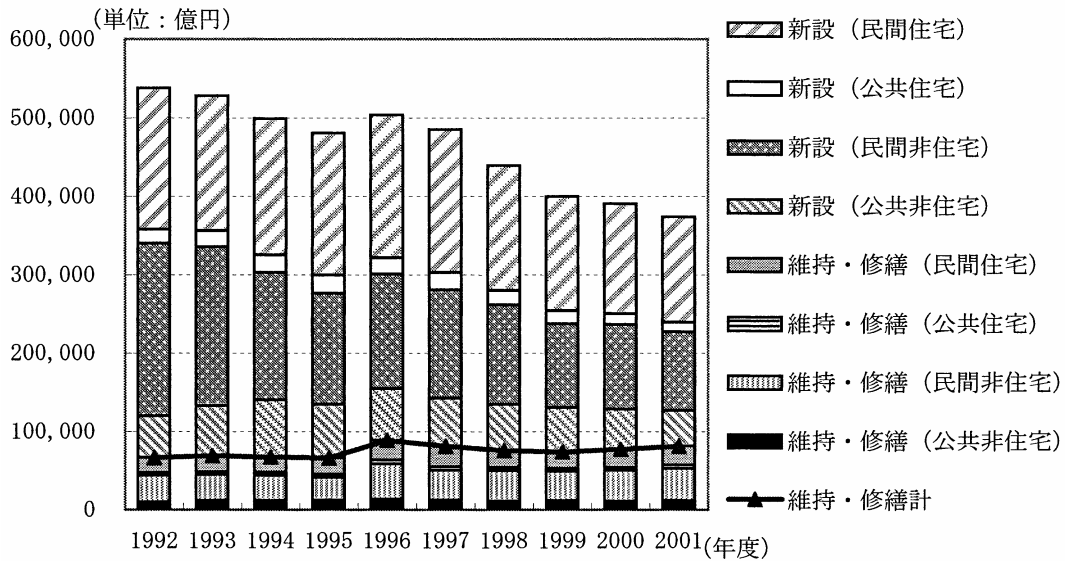
	市街化 区域面積	屋上緑化		壁面緑化	
		可能面積	割合	可能面積	割合
札幌	24,250	996	4.1%	475	2.0%
仙台	17,490	1,458	8.3%	597	3.4%
東京	57,614	2,961	5.1%	17,464	30.3%
横浜	32,788	2,332	7.1%	1,301	4.0%
名古屋	30,134	2,585	8.6%	1,581	5.2%
大阪	21,133	1,242	5.9%	3,577	16.9%
神戸	19,803	1,861	9.4%	1,174	5.9%
広島	14,292	1,141	8.0%	650	4.5%
高松	4,754	275	5.8%	333	7.0%
北九州	15,097	1,812	12.0%	725	4.8%
福岡	19,077	1,229	6.4%	620	3.2%
主要都市計	256,432	17,892	7.0%	28,497	11.1%

- (備考) 1. (財)都市緑化技術開発機構が建設省（1995）「緑化空間創出のための基盤技術の開発報告書」を基に作成したものを引用。
 2. 屋上緑化可能面積は、緑化空間になり得ない空間（塔屋、クーリングタワー等）及び通路等を控除している。
 3. 壁面緑化可能面積は、堅固な構造を持つ陸屋根建築物の壁4面のうち1.5面又は2面を対象とし、窓、出入口等の開口部等を控除している。
 4. 表中の「割合」とは緑化可能面積／市街化区域面積を示している。

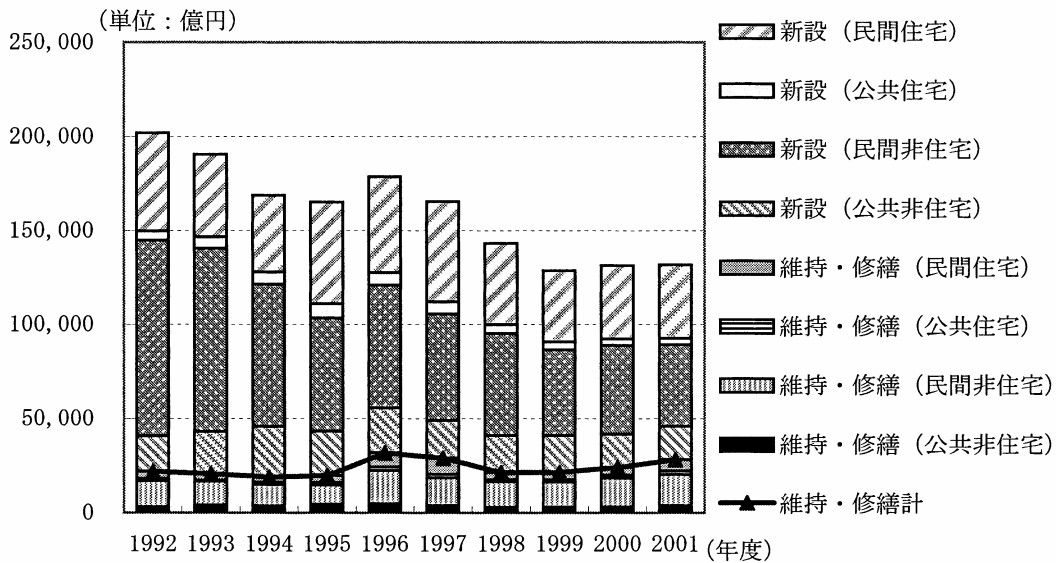
②新築工事と改修・維持工事

緑化市場の可能性を探るため、「建設工事施工統計調査報告（1994～2003、国土交通省）」より、新築工事と維持・修繕工事の規模・推移を見てみる。新築工事の施工額が低下傾向にある一方、維持・修繕工事の施工額が増加傾向にある。新築工事だけでなく、維持・修繕工事における特殊空間緑化も今後の重要な市場であり、改修時に施工できる製品の開発と市場開拓が期待される。

図表3-28 新築、維持・修繕工事の推移（全国）



図表3-29 新築、維持・修繕工事の推移（東京）



- (備考) 1. 「建設工事施工統計調査報告」の建築工事元請完成工事高（住宅・非住宅、新築工事・維持・修繕工事別）から作成。
 2. 表中の「割合」とは緑化可能面積／市街化区域面積を示している。

③建築物の現況（東京都区部）

「平成13年度土地利用現況調査（2003、東京都）」から、東京都区部の用途別建物利用現況に基づき、建築面積を屋根（屋上）面積と仮想的に見立て傾向を見る。

独立住宅の屋根面積の占める割合が大きいが、その約3分の2は防火造（木構造）であるため、荷重条件（緑化施設の自重のほか、点検等も考慮）をクリアできる平面的緑化等の製品により市場を開拓できれば、その市場規模は大きい。

荷重条件がクリアしやすい耐火造（鉄筋コンクリート造など）の建築物については、集合住宅、事務所建築物、教育文化施設の占める割合が大きい。需要顕在化のためには、それぞれの建物毎に屋上緑化施工によるメリット、使い方を含めた魅力的な提案が重要である。

図表3-30 東京都区部における建物用途別構造別建築面積

(単位：ha)

用途	構造別建築面積				
	耐火造	準耐火造	防火造	木造	合計
官公庁施設	176.4	4.8	2.4	0.7	184.4
教育文化施設	1023.6	45.9	49.3	27.5	1146.3
厚生医療施設	236.9	9.6	6.3	0.5	253.4
供給処理施設	191.9	25.5	1.8	0.4	219.6
事務所建築物	1288.8	29.4	14.7	1.3	1334.1
専用商業施設	379.9	36.1	27.2	2.7	445.8
住商併用施設	872.3	146.4	452.8	37.7	1509.2
宿泊遊興施設	157.4	3.7	5.2	0.5	166.7
スポーツ興行施設	113.4	6.8	2.8	0.2	123.2
独立住宅	482.2	934.3	4008.5	602.8	6027.8
集合住宅	3528.8	256.4	525.8	34.8	4345.8
専用工場	363.0	293.7	76.1	20.3	753.1
住居併用工場	147.5	101.9	192.1	23.7	465.2
倉庫・運輸関係施設	606.1	228.4	41.8	12.4	888.7
農林漁業施設	1.2	6.0	1.9	3.2	12.3
合計	9569.3	2128.8	5408.5	769.0	17875.5

- (備考) 1. 東京都(2003)「平成13年度土地利用現況調査」より作成。
 2. 耐火造：主要構造部(柱、梁、壁、屋根等)が耐火構造(鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造、耐火被覆した鉄骨造等)で出来ているもの。
 準耐火造：①外壁が耐火構造で屋根が不燃材料(コンクリート、モルタル、レンガ、瓦、鉄網硝子等)で出来ているもの。②主要構造部が不燃材料で出来ているもの。③防火被覆した木造。
 防火造：柱及び梁が木造で、屋根及び外壁が不燃材料(モルタル、しっくい、タイル、スレート等)で出来ているもの。
 木造：主要構造部が木造で、耐火造・準耐火造・防火造に該当しないもの。

(8) 屋上緑化等の導入事例

屋上緑化等の導入事例は近年非常に増えているが、その中でも、施工後比較的時間が経過しているものを選び、維持管理者の立場を中心に、その課題等を探る。

ア. 深沢環境共生住宅(東京都世田谷区)⁵

① 深沢環境共生住宅について

深沢環境共生住宅は、都営住宅が世田谷区に移管され区営住宅となった際、環境共生住宅(緑化、雨水利用、風の道、風力発電等)として建て替えられた(1997年3月竣工)ものである。建築物緑化については、庭木等のほか、屋上緑化(芝生)、壁面緑化(補助材使

⁵ 詳細は、世田谷区のホームページ(<http://www.city.setagaya.tokyo.jp/topics/jyuutaku/juutaku/hukasawa/top.htm>)を参照されたい。

用登攀タイプ)が施されている。

②維持管理について

建築物緑化の維持管理は、手の届かない範囲(高木剪定、屋上緑化、壁面緑化等)については区(都市整備公社が実施)が行い、庭木等の管理(落葉の掃除等)は自治会(住民)で行っている。自治会では、毎月末の日曜日、全員で清掃等を行っており、業者等への委託は行っていない。

③屋上緑化等に対する意識

屋上緑化は当初、芝生による緑化であったが、現在は雑草等が生えている。屋上緑化空間には梯子を使わないと行けず、剪定等は区で行っている。雑草等が生えていることについて、あまり手を加えない自然的環境の創出という点で好印象も持たれるが、住民の中には「汚い」という印象を持つ人も少なくない。また、大雨時に土中の虫(ミミズ等)が窒息し、それが屋上からあふれ壁を汚したり、雑草から放散する花粉等が窓や室内を汚す場合もある。一方、屋上緑化直下階の部屋については、夏季の冷房使用、冬季の暖房使用の抑制効果もあるという。

④建築物緑化に関する示唆

建築物緑化は、程度の差はあれ、必ず維持管理が必要とされる。建築物緑化の将来的な姿(粗放型にするのか、こまめに剪定するのか等)、維持管理の方法・体制等について、設計・施工の段階から、建物所有者(利用者)と十分に話し合い検討しておく必要がある。

イ. NEXT21(大阪市)⁶

①NEXT21について

NEXT21は、1993年に竣工した大阪ガス(株)の実験集合住宅である。ゆとりある生活と省エネルギー・環境保全の両立をテーマに、様々なライフスタイルに対応する異なるタイプの住戸から構成され、様々な設備のエネルギー消費量等を、居住実験を通じて測定している。建築物緑化については、地上から屋上まで縦方向に植栽を積み重ね、大規模なみどりの空間を提供している。

②建築物緑化の規模等について

NEXT21の建築規模は、敷地面積1,543㎡、建築面積896㎡、延床面積4,577㎡(駐車場含む)、住戸数18戸(入居数は16戸)である。地上+各階の総緑化面積は1,012㎡。緑化費用は、地上・中庭が約2,600万円(540㎡、約5万円/㎡)、建物上が約3,800万円(470㎡、約8万円/㎡)である。屋上緑化については、厚さ60cmの土壌を持つ部分もあり、土と植栽で積載荷重660kg/㎡を見込む本格的な立体的緑化で、施工後にキリが自生するなどしている。

③維持管理について

建築物緑化の維持管理については、1994年から1999年までの第1フェーズでは大阪ガ

⁶ 詳細は、大阪ガスのホームページ(<http://www.osakagas.co.jp/rd/next21/>)を参照されたい。

スが行った。手をできるだけ加えず、自然のままの状態にするというコンセプトで維持管理し、鳥の巣などもできた。居住者からは、緑地に対する好印象と同時に、虫害（油虫、ゴキブリ、蛾、蚊等々）や落葉等に関する苦情もあった（同一人物から、好印象と悪印象が語られるのが特徴的）。2000年から2005年までの第2フェーズでは、大阪ガス社員を対象に、緑地の管理も条件にして入居者を募集、立地条件の良さ等もあり、定数の3倍の応募があり、その中から入居者が選ばれた。居住者間での話し合いにより、地面に日当たりが確保され、人が出入りできる空間として整備する方針となり、2001年10月に大規模な剪定を行っている。現在（第2フェーズ）のメンテナンス費用は年間約30万円（剪定（業者委託））である。

なお、第1フェーズから第2フェーズまで、施肥、除草剤散布、薬剤散布等は行っていない（それでも育成状態は非常に良好）。灌水については、屋上緑化部分について、中水（下水処理水、雨水利用は行っていない。不足する場合は上水も使用）を使用した自動灌水設備が設けられている。

④建築物緑化に関する示唆

立体的緑化（屋上緑化）についても、設計段階から十分な検討を行えば、通常の庭木と変わらない維持管理方法で対応できる。立体的緑化については、その姿（鬱蒼とした感じ、明るい感じ等）について、人によって理想像が異なるため、落葉や虫害など日常的なメンテナンス方法と共に、植栽コンセプトについても建物所有者（利用者）間等で共通認識を持つておくことが重要である。

（9）屋上緑化普及に向けた課題

屋上緑化普及に向けた今後の課題についてまとめてみる。屋上緑化については、形態として立体的緑化と平面的緑化に分けられる。それぞれ製品や仕様によって課題は異なるが、共通して抱えている課題をまとめてみる。

ア．立体的緑化の課題

- 既存建物や屋根に施工する場合は、荷重条件から設置困難な場合が多い。
- 高層建物に施工する場合には、風圧力の条件から飛散・落下防止にかなり留意する必要があり、通常は困難な場合が多い。
- 平面的緑化と比較して、イニシャルコストだけでなく、維持管理の手間・コストが高つく場合が多い。

イ．平面的緑化の課題

- 一種類のセダムから構成される製品も多く、景観的に単調である。
- 同種の各社製品について、製品価格（㎡単価、材工共）に含まれる内容（植栽、運搬費の有無等）や想定規模（何㎡を施工した場合の価格なのか）が必ずしも統一されておらず、比較が難しい。

ウ. 共通の課題

- イニシャルコストが高い。
- 緑化による定量的機能・効果が明らかでなく、緑化による定量的なメリット（ヒートアイランド現象緩和への貢献、冷房負荷低減によるコストダウンなど）が分かりにくい。
- 施工時において、維持管理の内容・費用・負担区分等に関する情報がない場合がある。
- 施工後の枯死、土壌流出・飛散等に対する保証・アフターサービスについて統一的なルールがなく、対応に差がある。
- 建物の建築設計者が、排水障害等を懸念して、屋上緑化を倦厭する場合がある。
- 新築建物の場合、施主→ゼネコン→造園業→屋上緑化資材メーカーという請負構造が一般的であり、受注段階毎に経費・監理費等がかかることから、最終的な価格が高くなってしまう。

2. 壁面緑化

(1) 壁面緑化とは

壁面緑化とは、建物の外壁面にツタ等の植物を這わせるなどして緑化するものである。設置方法等に応じて、大きく以下の3つに分類できる。

図表3-31 壁面緑化のタイプと特徴

タイプ	内 容
登攀型	壁面下部に植栽基盤となるコンテナ等を設置し、ナツツタやヘデラ・ヘリックス等を壁面に登攀させ、緑化するもの。ステンレス等を使ったフレーム等（格子金網など）を壁に設置し、登攀補助材とする場合もある。
下垂型	壁面上部やベランダ等に植栽基盤となるコンテナ等を設置し、スイカズラやヘデラ・カナリエンシス等を壁面に下垂させる。登攀型と同様に補助資材を使用する場合もある。
壁面設置型	ベランダに鉢植え等を懸垂させる他、壁面前に鉄骨等で枠組みを作りユニットタイプの植栽パネルを設置する大がかりなものもある。

図表3-32 壁面緑化のタイプのイメージ



(備考) 兵庫県「建築物緑化計画の手引き」より引用。

(2) 屋上緑化と比較した壁面緑化のメリット

屋上緑化と比較して、壁面緑化の優位な点をまとめる。

- 設置に必要な土地面積が少なく済む。高密な市街地内の小規模な建物において、屋上に冷却塔等の設備が設置されている場合、緑化率を確保する方策となる。
- 地上部から建物を見た場合、緑の印象を強く与える。(屋上等では見えない。)
- 方位等によっては、日照が屋上等より強くあたる。日射遮蔽効果等の面で優位であり、夏の日差し等を防ぐ手段となりうる(ヘデラ・カナリエンシスによる被覆について、無被覆面と比較して熱流量を70%カット(30%が遮蔽効果、40%が蒸散効果)するという実験結果もある⁷⁾。また、植物の育成にとって優位な場合もある。

(3) 壁面緑化の技術的課題

壁面緑化の技術的課題について、ヒアリング等を中心にまとめる(技術的課題については、P.36の脚注で紹介した文献において詳しく紹介されている)。いずれの企業においても、壁面緑化に関する取組みについてはこれから本格化していくという段階である。従来からある登攀型の壁面緑化についてはともかく、植栽基盤を持つパネル式壁面緑化については技術的に困難な課題を抱えており、模索段階といえる。代表的な技術的課題としては、以下が挙げられる。

○植物種の選定

ツタ類については、常緑か落葉か、付着根か巻ツルか、等の違いに加え、被覆速度の違い、設置面の日照・通風等の条件、気候条件による育成状態の違いがある。管理体制、設置目的(何年程度で被覆したいのか)を明確にして、植物種の選定(場合によっては混植も検討する必要がある)、補助資材の形状等(付着根、巻ツルによって求められる形状は異なる)の検討を行う必要がある。

○灌水

屋上緑化等と異なり、植栽基盤(パネルタイプ)が垂直なため、一様な灌水が困難である(上部は乾燥、下部は湿潤となってしまう)。またツタ等を登攀させる場合は、夏の乾期においても枯死しないよう灌水設備等が必要になる場合がある。

○剪定等の維持管理

一様な被覆状態を確保するには、特にツタ等を使用したタイプについては、剪定等の維持管理が必要である。また、パネルタイプについても枯死等による交換作業が発生する可能性がある。この際、足場を組む必要があるのか、高所作業車を使用するのか、といった維持管理方法を設置段階から検討しておくことが重要である。多大な維持管理費用がかからないよう留意する必要がある。

なお、(財)都市防災美化協会が1986年6月に実施した調査⁸⁾によると、直接登攀型のナツツ

⁷⁾ 建築ジャーナル(2002)「緑の屋根、緑の壁」より。

⁸⁾ (財)都市防災美化協会(1986)「壁面緑化の有効性に関する研究」

タ等が建物の壁面を傷めている事例はないようである。ただ、生えたツタ等をはがした際、根の一部が壁に残り、黒い斑点が残る美観上好ましくない場合がある。

(4) 壁面緑化のコストについて

現在、壁面緑化関連で製品化されているものは少ない。東邦レオ(株)においてパネルタイプの壁面緑化ユニットが製品化されており、レンタル事業も行っている点は興味深い。しかし、㎡単価が10万円を超えるため、緑化コストとしては非常に高価なものといえる。

緑化関連企業へのヒアリングを行ったところ、数社において製品化を模索しており、市場についても東京都等での条例による義務化などを背景に拡大傾向にあると見ている。

図表3-33 壁面緑化の義務化の例

条例名	東京都 (東京における自然の保護と回復に関する条例)		兵庫県 (環境の保全と創造に関する条例)	
	壁面緑化の扱い	建築物上の緑化として、屋上緑化・ベランダ上の緑化と同等に扱われる。		左に同じ
設置義務面積	屋上の面積の20% (屋上緑化、ベランダ上の緑化と合わせて)		左に同じ	
面積算定の対象範囲 (壁面緑化のタイプ別に)	登攀型 (補助資材あり)	壁面に設置された補助資材で覆われた面積	補助資材あり	壁面に設置された補助資材で覆われた面積
	登攀型 (補助資材なし)	壁面脇の緑地帯から高さ1m (ツル植物が既に1mを越える場合はその高さ) として面積算出	補助資材なし	植栽時にツル植物で覆われた面積。(ツル植物の長さが1m未満の場合は1mとして算出可)
	下垂型 (補助資材あり)	壁面に設置された補助資材で覆われた面積とし、下垂高さは10m以内(1カ所につき)までを対象		
	下垂型 (補助資材なし)	壁面脇の緑地帯又は植栽鉢(容量100ℓ以上)から高さ1m (ツル植物が既に1mを越える場合はその長さ) として面積算出	植栽基盤設置	植栽基盤(可動式の場合は容量100ℓ以上)は緑地面積に算入

(備考) 東京都「緑化計画の手引」及び兵庫県「建築物緑化計画の手引き」より作成。

また、メンテナンス、取付時の荷重負荷低減という側面から、一定の高さを限度とするシンプルな構造とし、コストダウンを図った壁面緑化製品を考えているところもある。

大阪府産業デザインセンターでの調査において、2002年11～12月に行われた事業者アンケート調査によると、壁面緑化コストについて以下のような結果が示されている。

図表3-34 壁面緑化のコストの例

タイプ	内 容	単価 (材工共) (円/㎡)
登攀・下垂工法	壁面下部から登はん、又は上部から下垂させる従来型工法	19,000
プランター工法	プランターに植栽し、フェンスなどに植物を這わせる工法	33,000
パネル工法	壁面基盤に直接植物を植栽する工法	63,000
その他の壁面緑化工法	—	97,000

(備考) 川本誓文・豊原憲子・井本泰造・越村惣次郎 (2003) 「垂直面・薄層緑化システムにおけるリサイクル基材と植生の最適化調査研究」より引用。

(5) 壁面緑化に対する市民の意識

前述の(株)都市防災美化協会の調査において、道路から見た壁面緑化の景観評価心理実験が行われており、興味深い。ここでは、写真等を使った一対比較法と評定尺度法を使い、被験者の評価傾向を探っている。これによると、以下の傾向が示されている。

- 壁面緑化を行っていない場合よりも行っている場合の方が景観的評価は高い。
 - 壁面緑化を含む緑量の豊富さと景観的好ましさには高い相関がある。
 - 壁面緑化の緑量のみについて見ると、多いほど景観的評価が高いとは限らない。
- つまり、
- 歩行者視点における景観評価において、緑量の確保は、好ましさを向上させる。その手法として壁面緑化は有効な手法である。
 - しかし、過剰な壁面緑化は、むしろ「鬱陶しい」という評価になってしまう可能性がある。
 - 壁面緑化を行う際には、庭木等とのバランス、石材等を活用した壁材の使用などと、上手に組み合わせることが、景観的評価の点で重要。

(6) 壁面緑化普及に向けた課題

登攀・下垂型(補助資材使用を想定)の壁面緑化普及に向けた今後の課題(技術面については前述のとおり)についてまとめてみる。なお、パネルタイプについては、前述の技術的課題及びコストダウンがまずは普及の課題といえる。

- 壁面緑化による定量的機能・効果(日射遮蔽効果等)が明らかでなく、緑化による定量的なメリット(冷房負荷低減等)が分かりにくい。
- 施工時において、維持管理の内容・費用・負担区分等に関する情報がない場合がある。
- 施工時において、何年後にどの程度被覆するのかよく分からない。
- 施工後の枯死に対する保証・アフターサービスについて統一的なルールがなく、対応に差がある。
- 建築物のファザードに十分配慮しつつ壁面緑化の配置(デザイン)を検討する必要がある。ユーザーの視点から、全面的な壁面緑化を施した場合、「鬱陶しい」という印象を与えてしまう。

3. 踏圧地緑化

(1) 踏圧地緑化とは

踏圧地緑化とは、人あるいは車が通行する部分（面）を緑化することを意味する。このうち、建築物緑化における踏圧地緑化（つまり公園内遊歩道の緑化等は除く）の中で最も広範に利用される可能性がある技術として、駐車場緑化・校庭緑化が考えられるが、ここでは駐車場緑化を取り上げる。駐車場緑化には、インターロッキングブロックの空隙に芝を植栽する工法と、樹脂系の支持材の間に芝を植栽する工法がある。

図表 3-35 駐車場緑化の例



(備考) 大阪府府庁駐車場緑化実験より。

(2) 駐車場緑化の技術的課題

駐車場緑化については、下記に示すような技術的課題が完全に解決されていないこともあり、その事例は少ない。特に耐踏圧と締め固まりへの対策を両立させるのはかなり難しく、緑化コンクリートの使用等が一つの解決策として挙げられる。また、擦り切れについては現在のところ技術的に対応することが難しく、日照確保についても駐車場の使われ方（駐車時間等）によって対応方法が異なる。

図表 3-36 駐車場緑化の課題

課題	内容
耐踏圧	車両の踏圧（及び発進時の初期トルク）に耐えられる構造である必要がある。割栗石等を使った地業工事、緑化コンクリートの打設、樹脂系支持材活用による植物の生長点保護、グリッド上にブロック等を敷設、タイヤ通過部分のみブロック等で敷設することなどの対策が考えられる。
締め固まり	通常の土壌を使った場合、車両通行による繰り返しの踏圧により、土壌が締め固まってしまう。植物の根の育成不良や水を吸水することが困難となり、植物が枯死する可能性がある。
擦り切れ	植栽基盤上を車通過する際、ハンドルを据えきりなどすると、その部分の植栽が擦り切れてしまう。
日照確保	土休日に車を使用するだけの場合、駐車車両の下部にある植物は太陽光を受ける時間が短く、通常の芝等は育成不良となる可能性が高い。あまり日照を必要としない植物の選定など工夫が必要となる。

(3) 駐車場緑化のコストについて

大阪府では、駐車場緑化（芝生）を緑化スペースの限られた市街地における緑化手法であるとともに、ヒートアイランド対策にも資するものと位置付け、その普及を図るため、府庁の来訪者用駐車場において実証調査を行っている⁹。調査方法は、府庁駐車場の各区画毎に企業等を募集し、各企業によって施工された駐車場緑化について、地表面温度の測定等の調査を行うものである。募集を行った結果、当初想定した以上の企業・団体の参画があり、全 21 区画で 2003 年 10 月から来訪者駐車場として供用を開始している。

企業によって、既に製品化しているものを施工した企業もあれば、試行的に取り組んだところもある。コストについては、10,000～35,000 円/㎡となっている。

図表 3-37 駐車場緑化のコスト例

企業名	使用資材	1区画当たりの参考販売価格	㎡単価(円/㎡)	その他
㈱関西テック	メッシュエレメント	右欄参照	10,000	身障者対応区画 参考販売価格は1万円/㎡(ただし施工面積により変動する)
横浜ゴム㈱	3次元路盤安定材 ハマウエブ	—	—	
アイエルビー㈱大阪営業所	保水性ブロック、緑化スペーサー(ハイキーパーグリーン)	139,500円	12,000	
日本興業㈱	ペイブロック、グラススペーサー ジオテキスタイル	—	—	
佐藤道路㈱大阪支店	エコブロック(エコマーク認定 透水性コンクリートブロック) 大型ブロック	300,000円	25,000	
阪神園芸㈱大阪支店 東邦レオ㈱	透水性シラスブロック シラス保水緑化基盤	450,000円	38,000	シラスブロックの使用タイプ(1段、2段使用)によって28～45万円。展示品は2段使用。
日本メックス㈱関西支店	グリーンブロック	—	—	
㈱E・C・R	緑化トレー(芝生一体化トレー)	販売価格 180,000円	11,000	身障者対応区画
㈱稲治造園工務所 (社)日本造園建設業協会大阪府支部	芝生養生ブロック (樹脂製マット)	—	—	
㈱永楽園	ローンベース(樹脂製マット)	販売価格 350,000円	29,000	
進和建设工業㈱	テクノグラス(リサイクルポリエチレンマット)	124,000円	10,000	
㈱NATUR (有)三浦緑化工業	リサイクルポリエチレン DTPガード(樹脂製マット)	134,000円	11,000	

⁹ 詳細は、大阪府の府庁駐車場芝生化実証調査事業ホームページ (<http://www.pref.osaka.jp/midori/sibadeki/>) を参照されたい。

(株)ジャパン緑化関西支店	Tーガード（樹脂製マット）	販売価格 180,000 円	15,000	
有限責任中間法人 大阪造園業協会	ターフパーキング、枕木（樹脂製マット）	400,000 円	33,000	
高分子防水(株)	ペブルベース	250,000 円	21,000	
(有)クスベ産業	間伐材を連結し縦使い	140,000 円	12,000	
中谷産業(株)	枕木、格子（国産材スギ）	販売価格 204,000 円	17,000	
東亜道路工業(株)関西支社	スクールターフ工法（芝生と一体となったラバーチップ舗装）	400,000 円	33,000	左記は小規模工事の場合
尊農社緑地(株) (株)アイディ	芝生保護グリル（鋼製グレーチング）	300,000 円	25,000	アスファルト撤去無鉄製カーステップを含まず
特定非営利活動法人 高環境創造支援協会	芝保護ブロック（ポリエチレン樹脂）	140,000 円	12,000	アスファルト撤去無
(株)テトラ大阪支店 (株)アウトテック	エコプレス（リサイクル材を使用した多孔質構造のセラミックスブロック）	280,000 円	23,000	アスファルト撤去無鉄製カーステップを含まず

（備考）1. 大阪府資料より作成。

2. 1 区画当たりの価格はアスファルトの撤去・掘削の費用は含まない。また、実際の価格は施工規模等により変動する。

3. m²単価については、身障者対応区画については 17 m²、その他の区画については 12 m²として計算している。

（４）駐車場緑化普及に向けた課題

駐車場緑化普及に向けた今後の課題についてまとめてみる。

- 技術的課題をクリアし、永続性のある緑化の開発・提案。
- 利用可能な条件（車両重量、駐車時間、維持管理方法等）を明示した上で、ユーザーに提案。
- 屋上・壁面緑化と異なり、行政による義務化・支援は行われていない。一定の場合に、緑化義務面積に算入するといった行政施策が期待される。

第4章 屋上緑化先進国ドイツの現況

海外において屋上緑化が盛んな国として、ドイツ、オーストラリア、オランダなどが挙げられる¹。ドイツにおいては、1980年代に環境汚染対策が本格化し、国民の環境意識が高まりを見せる中、屋上緑化も注目され始めた。本章では、ドイツの屋上緑化事情について見ていく²。

1. ドイツにおける屋上緑化の規制・助成

近年、ドイツで屋上緑化に期待されている効果は、雨水の貯留・流出遅延・流出抑制効果、ミティゲーション、冬季の断熱性能等が中心である。屋上緑化に関するドイツでの具体的な取組みは、各州・市において異なる³が、大きく分類すると、次の3つに分類される。それぞれについて具体的に見ていく⁴。

- 建設調整措置等による義務化
- 市等による屋上緑化設置への助成金
- 雨水に対する下水道料金の減免措置

(1) 建設調整措置等による義務化

屋上緑化を都市計画に導入して設置を規定する場合がある。建築に関する条例は、自治体毎に異なるため、導入状況については各都市で異なる。義務化が行われている場合、地区詳細計画（Bプラン）の中で規定されることがほとんどである。また、市街地で家屋同士の間の空間が狭いところに地区整理処置として設けられる場合もある。例としては、アシャッフエンブルグ、デュッセルドルフ、ハンブルグ、カールスルーエ、カッセル、マインツ、ザールブリュッケン、シュツツガルト等が挙げられる。

また、建設地の増加に伴う緑地面積の減少を調整するために、屋上緑化を活用している市もある。屋上緑化は自然保護法第8条「建設調整措置」の中で「導入してもよい」とされており、これを根拠に法的措置をとっている都市がある。例としては、ベルリン、ドレスデン、ハーメルン、ハン、ハノーファ、カールスルーエ、カッセル、リュューベック等が挙げられる。

¹ 尾島俊雄（2002）「ヒートアイランド」（東洋経済新報社）より。

² 本章については、上野淳氏（UENO CONSULT e.K.、Frankfurter Str.149 63263 Neu-Isenburg,Germany、Tel：49-6102-8099190、Fax：49-6102-8099191）からご提供いただいた資料によって、その多くを構成している。

³ ドイツにおける法制度のスキームについては、建設省建設政策研究センター（2000）「景観・環境形成のための国土利用のあり方に関する研究」に詳しい。

⁴ 屋上緑化関連の制度については、FBB（Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.：建築物緑化専門協会）のHP（<http://www.fbb.de/gruen/gruen2.html>）をベースに作成。記述内にある適用事例の都市名は、ドイツの造園専門誌「Stadt und Grün」（1997年4月）の情報を元に記載している。大西隆・松田雅央・上野淳（2001）「第1回フランクフルト座談会『都市と環境の共生のあり方』」（日本政策投資銀行フランクフルト駐在員事務所）において、上野氏よりその内容の紹介が行われている。またFBBでは、2003年11月20日～2004年1月31日に住民1万人以上の自治体を対象に、屋上緑化への取組みに関するアンケート調査を行っており、現在（2004年3月）分析中である。このアンケート調査の中で、屋上緑化の義務化、補助金、雨水処理に関する下水道料金減免制度の有無等が調査されている。

(2) 市等による屋上緑化設置への助成金

ドイツでは、各市で屋上緑化助成が行われている。州単位としては、ノルトラインヴェストファーレン州が、州全体に有効な奨励プログラムを制定している。雨水貯留機能において高い品質基準（排水基準 0.3 以下でなければならない）を示す屋上緑化が直接的な資金援助（15€/m²（約 2,000 円/m²）が州から補助）によって奨励されている。こうした助成を行っている市としては、ベルリン、ダルムシュタット、カールスルーエ、カッセル、マインツ、ミュンスター、シュツツガルト、ハンブルク等が挙げられる。なお、カールスルーエでは、75～100€/m²（約 10,000～13,500 円/m²）の補助が行われているが、市街地中心部に限定されている⁵。

(3) 雨水に対する下水道料金の減免措置

ドイツでは、降雨量の増大により、都市下水道から河川への雨水流入量が増大し、河川氾濫の一因となっている。そこで市によっては、敷地内からの雨水流出を抑制するため、雨水に対する下水処理費用の徴収制度を導入するところもある。また、屋上緑化の雨水貯留機能に着目し、屋上緑化を行ったものについて下水道料金減免措置が図られている場合もある。例としては、ベルリン、ドルトムント、フライブルグ、ギーセン、カッセル、マインツ、ミュンスター、ボン、ケルン、マンハイム、ゾントホーフエン等が挙げられる。

図表 4-1 下水道料金減免措置の例

都市名	制度開始年 / 改定年	下水道料金 (円/m ²)	屋上緑化設置による減免率
ケルン	1970 / 98	113	30～90%
ボン	1977 / 96	158	50%
マンハイム	1983 / 94	72	50%
ゾントホーフエン	1989 / 96	114	最高 100%
ギーセン	1992 / 98	62	50%

- (備考) 1. FBB2000 より引用。
2. 1 DM=52 円で換算している。

2. 屋上緑化の形態と市場の動向

ドイツにおける屋上緑化市場の規模は、我が国と比較するとかなり大きい。また、屋上緑化市場が拡大するに従って、主流となっている形態も変化してきている。

(1) 屋上緑化の形態の変化

屋上緑化のタイプについては、前章で平面的緑化と立体的緑化に大きく区分した。ドイツでは、後述する FLL のガイドライン等において「Extensivbegrünungen（エクステンシブ緑化、粗放型緑化、低メンテナンス）」と「Intensivbegrünungen（インテンシブ緑化、集約型緑化、集約

⁵ 松田雅央（2002）「緑のある街づくり」（日経研月報 2002・6）より。

的管理が必要)」に区分しているが、前者を平面的緑化、後者を立体的緑化に区分できると考えられる。

ドイツの屋上緑化市場において、20年前と現在とでそれぞれのタイプが占める割合の変化を見ていくと、かつては立体的緑化（集約型）が大勢を占めていたが、義務化等の流れを受け、現在はメンテナンスをあまり必要としない平面的緑化（粗放型）が主流となっていることがわかる。また、勾配屋根における緑化は現時点においても少数に止まっている。

図表4-2 ドイツにおける屋上緑化の形態の変化

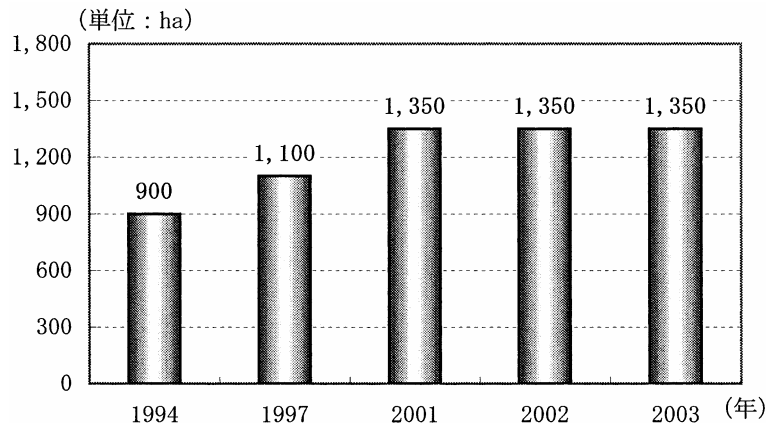
タイプ	説明	メンテ	重量 (kg/m ²)	土壌厚 (cm)	全体に占める割合	
					20年前	現在
本格的な屋上庭園	池や散策路も設ける	集約型	250~400	25~40	70%	5%
屋根を美しく見せる緑化	樹形や色等に配慮	集約型	100~250	10~25	20%	5%
自然の野原を再現	昆虫等の生息地にも	粗放型	65~250	6~25	0%	10%
屋上自身を保護	永続性と低メンテ	粗放型	80~100	8~10	10%	25%
法的強制力に従って行った	可能な限り低コスト	粗放型	~80	~8	0%	50%
勾配屋根の緑化	技術的に難しい	粗放型	100~150	10~15	0%	5%

- (備考) 1. 澤西良三 (アーキヤマデ株)・新谷和幸 (伊藤忠林業株) (2003) 「ドイツ及び日本の屋上緑化工法」(ECO-GREEN TECH 2003 セミナー資料)より引用。当該資料は、Optigrün International AG 社の情報を元に作成されている。
2. 面積ベースでは、約80%が「法的強制力に従って行った」粗放型緑化である。

(2) 屋上緑化市場の推移

ドイツにおける屋上緑化の市場規模の推移を見ていく。近年は、建設業界の景況悪化により深刻な伸び悩みを見せているものの、我が国と比較するとかなりの高水準である。引用元の著者(図表4-3備考)によると、市場はいまだ成長過程にあるとしている。

図表4-3 ドイツにおける屋上緑化市場の推移



- (備考) 1. Fritz Hämmerle 「Der Gründachmarkt wächst stetig」
 (<http://www.haemmerle-gruendach.de/artigr/gmarkt.html>) 及び Fritz Hämmerle 「Mehr Wachstum möglich」 (DDH Edition Band 14 Gründach) より作成。
 2. Fritz Hämmerle 氏は(株)屋上緑化協会役員、欧州都市緑化同盟会長であり、30年屋上緑化に携わっている。(http://www.haemmerle-gruendach.de/start_gr.html)

(3) 屋上緑化企業の例

ドイツでは、全国でおよそ1,000社が屋上・壁面緑化ビジネスで活動していると言われていたが、その中でも有力な企業(グループ)の一つとして、Optigrün International AG社が挙げられる。同社は、ドイツに本社を置く欧州の主要な屋上緑化資材メーカー(欧州で年間約200万㎡の屋上緑化資材を出荷)である。研究開発に経営の原点を置いて、博士号取得者など優秀な社員による少数精鋭主義をとっている。研究開発で得た最新の技術ノウハウを有償で約110社の代理店(造園会社を中心)へ供与しており、グループ企業として品質を確保している⁶。

3. 屋上緑化のコスト

次に、ドイツにおける屋上緑化のコストについて見ていく。なお、コストの議論に入る前に、ドイツと日本の屋上緑化製品に対して要求される性能の違いをまとめておく。

(1) ドイツと日本の屋上緑化に関する要求性能の違い

日本の緑化関連企業へのヒアリング(前章)によると、ドイツと日本とでは、屋上緑化に対して要求される性能(設置される環境)が、以下の点で異なる。

- 日本には台風が来る：緑化資材の飛散防止対策に十分留意する必要がある。
- 日本は夏季・冬季の温度差が激しい：灌水や植物の育成を慎重に検討する必要がある。
- 日本は熊笹等の繁茂の可能性もある：耐根シートの耐根性能を検討するにあたり、ドイツの仕様では不十分な場合もある。

⁶ 松田雅央(2003)「屋上・壁面緑化」(日経研月報2003・9)及び澤西良三(アーキヤマデ(株))・新谷和幸(伊藤忠林業(株))(2003)「ドイツ及び日本の屋上緑化工法」(ECO-GREEN TECH 2003セミナー資料)より引用。同社のHPは<http://www.optigruen.de/start.html>。

○日本では茎葉捲き工法は難しい：ドイツにおけるセダム緑化では、茎葉捲き工法（土壌の上にセダムの茎葉を捲いて、徐々に育成させていく工法）など施工手間のかからない工法の採用などにより、コストダウンが図られている場合もある。しかし、日本において同種の工法を採用することは困難な場合が多い。屋上という厳しい環境でも育成が可能なようにセダムを馴化栽培すること、雑草の繁茂・土壌等の飛散を防止するため竣工時点で植栽基盤全面をセダム等で被覆させておくこと、雨期や夏季に配慮して施工時期を検討する必要があること、などが求められる。

（２）屋上緑化のコスト

ドイツにおける屋上緑化のコストを以下の企業の情報を元にまとめる。なお、（１）で述べたとおり、日本の同種の製品と単純に価格を比較することができないことに留意する必要がある。

屋上緑化の施工コストは、バラツキがあるものの、平面的緑化で2,000～10,000円/㎡程度であり、日本の製品と比べるとかなり安い。

図表４－４ 屋上緑化のコスト例 (Optigrün International AG 社)

平面的緑化		立体的緑化	
価格帯 (円/㎡)	件数	価格帯 (円/㎡)	件数
2,000～4,000	8	～10,000	3
4,000～6,000	5	10,000～20,000	4
6,000～8,000	5	20,000～30,000	2
8,000～	3	30,000～	4

- (備考) 1. Optigrün International AG 社の施工事例データ
 (http://www.optigruen.de/2003/referenz/ref_main.html) より作成。
 2. 上記価格には下水道料金減免措置による間接的助成が含まれている。
 3. 1 €=135 円で換算している。

図表４－５ 屋上緑化のコスト例 (arti-grün fritz hämmerle 社)

(単位：円/㎡)

施工面積 (㎡)	Öko-Pak	Iso-Pak	Fertig-Pak	維持管理保証	
				2年	5年
20～50	5,600	6,480～	8,170	810～	1,620～
51～150	4,790	5,470	7,220	630	1,350～
151～250	2,840～	3,650～	5,400～	340	680～
251～500	2,700～	3,240～	4,930	270～	610
501～1,000	2,300～	2,840～	4,460～	270～	540～
1,001～2,500	2,160	2,570～	4,190～	200	740
2,501～5,000	2,090	2,430～	4,050～	200	470
5,001～	2,030～	2,380	4,050～	200	470

- (備考) 1. arti-grün fritz hämmerle 社カタログより作成。
 (<http://www.haemmerle-gruendach.de/artigr/artigr1.html>)。
 2. Öko-Pak：貯水装置を備える平面的緑化製品。ブルーエンジェルを取得。
 Iso-Pak：Öko-Pak より高い断熱効果と容量の大きい貯水装置を備える平面的緑化製品。
 Fertig-Pak：植生マットを活用した軽量の平面的緑化製品。既存の屋根にも簡単に設置可能。
 3. 1 €=135 円で換算している。

(3) 屋上緑化のコスト分析

次に、屋上緑化と通常の屋根葺き（砂利屋根）を行った場合とで、コストを比較したモデルについて見ていく。屋上緑化はイニシャルコストが高くつくが、下水道料金の減免というインセンティブ等により、40年という期間で見た場合には、トータルコスト低減の可能性が示唆されている。

図表4-6 屋上緑化のコストと便益

項目	金額(万円)	内 容
施工費用	230	粗放型、厚さ12cm、基準適合品、2,300円/㎡
躯体補強コスト	170	約80kg/㎡を想定、1,700円/㎡
維持・手入れ	230	39年（初年度は施工費に含む）、60円/㎡・年
コスト計	630	
下水道料金減免	280	105円/㎡・年の3分の2を減免
断熱材の代替	60	4.5cmの断熱材相当、140円/㎡・cm
修理費用軽減	50	屋根の修理費用を軽減、460円/㎡
屋根の寿命を延命	380	6,400円/㎡の60%が節約
便益計	770	
便益-コスト	140	

- (備考) 1. Fritz Hämmeler 「Das Gründach rechnet」(DDH-Edition Gründach) より作成。
 2. 1999年当時に1,000㎡の屋根を平面的緑化した場合の40年間に渡るコスト・便益を比較。
 3. 1DM=58円で換算している。

図表4-7 屋上緑化と砂利屋根（通常の屋根）のコスト比較

(単位：万円)

	屋上緑化（平面的緑化）		砂利屋根（通常の屋根）	
施工費用	210	2,080円/㎡	50	520円/㎡
躯体補強コスト	100	1,040円/㎡	0	
イニシャルコスト計	310		50	
修繕コスト	0	修繕の必要はない	40	
20年後の防水補修	0	防水層を延命させる	290	防水費用5,700円/㎡の半額
植栽維持管理コスト	210	52円/㎡・年、40年	0	
ランニングコスト計	210		330	
総コスト計	520		380	
下水道料金減免	250	62円/㎡・年、40年	0	
エネルギー消費抑制	30	6.5円/㎡・年、40年	0	
総コスト-便益	240		380	

- (備考) 1. Dominic Giesel (optima社) 「LANGFRISTIGE KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE SPRICHT FÜR DIE DACHBEGRÜNUNG」(Deutsches Ingenieurblatt誌、DIB2001年6月号) より作成。
 2. 2000年当時に1,000㎡の屋根を平面的緑化した場合の40年間に渡るコスト・便益を比較。
 3. 1DM=52円で換算している。

4．屋上緑化に関する基準類について

ドイツでは、FLL⁷において、屋上緑化に関する基準や指針が定められている。

(1) 設計・施工等に関して

「屋上緑化設計・施工・管理ガイドライン (Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen-Dachbegrünungsrichtlinie-)」が定められている。

このガイドラインは、全ての関連企業に向けて、屋上緑化の計画、施工、管理に際して必要となる、屋上緑化に関する一般的な効果・機能、技術的な要件、標準的な仕様を示すことを目的としている。目次は以下のとおりである。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 適用範囲・目的2. 緑化の種類及び植生の形態3. 機能及び効果4. 建築物及び建築材料に関する要件5. 建築技術に関して必要とされること6. 植栽基盤の構造的要件7. 排水層8. フィルター層9. 土壌10. 種・植物・植栽の要件11. 植え付け、剥離対策、維持管理12. 検査13. 荷重の原単位 |
|--|

(2) 維持管理について

「屋上緑化の維持管理に関する指針 (Hinweise zur Pflege und Wartung von begrünten Dächern)」が定められている。

この指針では、屋上緑化の維持管理について必要な内容、維持管理に関する契約内容等がまとめられている。これにより、設計や施工段階から維持管理を見通した適切な対処が行われ、また、施工後の維持管理と必要となる費用について計画段階から把握されることが可能となる。目次は以下のとおりである。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 序2. 適用範囲3. 概念、意味4. 規格及びその他の規定5. 調査及び維持管理の業務委託6. 契約の種類及び範囲7. 索引8. 付録<ol style="list-style-type: none">A 1 家主と施工者間の屋上緑化の維持管理に関する必要事項の覚書A 2 屋上緑化及び技術的仕様の状態確認 |
|--|

⁷ FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.: ランドスケープ開発研究協会) とは、計画、開発、緑化における環境の向上と研究発展を目的に、1975年に設立された非営利団体。緑化に関する様々な基準・ガイドラインの発行等を行っている。(http://www.fll.de/)

- | | |
|-----|--------------------|
| A 3 | 維持管理の記録 |
| A 4 | 屋根及び表面の施工における傾斜の安全 |
| A 5 | 調査及び維持管理の契約項目 |
| A 6 | 緑化種類の定義 |
| A 7 | 検査可能な状態とは |
| A 8 | 維持管理のモデル契約書 |

(3) 定量的評価について

「屋上緑化査定 (Bewertung von Dachbegrünungen-Empfehlungen zur Bewertung in der Bauleitplanung, bei der Baugenehmigung und bei der Bauabnahme-)」が定められている。

屋上緑化について、建築許可等の際に品質や環境面での機能を評価するため、その方法や基準等を規定している。目次は以下のとおりである。

- | | |
|----|-------------|
| 1. | 目標設定及び適用範囲 |
| 2. | 緑地平面の評価システム |
| 3. | 屋上緑化の評価システム |
| 4. | 適用例及び算出例 |
| 5. | 法律、条例、指針 |

5. ドイツにおける屋上緑化事情

前節までをまとめる。

- ドイツでは、屋上緑化の利点の認識が広がり、屋上緑化の義務化や下水道料金減免措置などの積極的な支援を行う都市が増え、市場は拡大した。ただし、建設業界の景況悪化に伴い、現在は深刻な伸び悩みを見せている。
- 市場拡大に伴い、現在は低メンテナンスな平面的緑化が主流となっており、コストも日本より安い。
- 屋上緑化の機能を評価する手法、性能を担保するためのガイドラインについて、整備が進んでいる。

第5章 今後の建築物緑化に関する取組みと展望

本章では、第1章～第4章までの内容を踏まえ、今後の建築物緑化に関する取組みと展望を、ユーザー（建物所有者等）、行政、企業に分けてまとめる。

1. 建築物緑化実施にあたってのユーザーの期待

前述のヒアリングやアンケート調査から、ユーザーの建築物緑化への期待をまとめてみる。

① 憩える空間づくりに対応した製品の提供

緑化に関心のある建物所有者等は多く、そのきっかけは、建築物緑化により建物所有者や利用者が憩える空間を作りたいという場合が多い。現在、屋上緑化については、セダム等による平面的緑化関連の製品開発が盛んであり、コストダウンも進んでいるが、景観的にも優れ、人々が憩えるような空間づくりが、リーズナブルな価格で提案されることも望まれる。

② 維持管理の手間・費用の軽減

緑化に関心のある建物所有者等にとって、最も大きなネックとなるのは維持管理の手間・費用と考えられる。コストをできるだけ抑えつつ、簡便な維持管理が実現できるシステム（維持管理設備あるいは企業による維持管理サービス）が求められる。

③ 信頼性の高い空間づくりとイニシャルコスト低減

屋上緑化等については現在様々な製品が開発されているが、ユーザーにとっては、漏水事故、緑化資材飛散による事故、枯死に対する不安もあると思われる。また、特殊空間緑化については、通常の庭木等による緑化と比較してもかなりコスト高である。業界全体として、一定の品質を保証する体制づくりとコストダウンが期待される。

④ 緑化による便益がわかりやすく把握できる

企業や行政等において所有する建物を緑化する際、内部の意志決定過程で、建物所有者にとっての定量的な便益を提示することが求められる場合がある。一般的に説明可能な、緑化による定量的な便益が比較的簡便に算出できることが期待される。

2. 行政の取組み

建築物緑化推進にあたって行政の取組みについて検討する。施策の検討にあたっては、達成すべき公益的な目標と、その手段としてのみどりの効用についての確に把握していくことが重要である。

（1）緑化の目的の明確化と「みどりの総合計画」

みどりには都市環境改善に資する効果をはじめ様々な効果があり、みどりの空間を創出することによって様々な効用が得られる。しかし、逆にそのために、みどりの空間を創出・保全する政策の背景にどのような目標があるのか曖昧になりがちである。また、同じみどりでも草本類と木本類とでは効果が異なる。

ここで、建築物緑化について、その形態毎に効果をまとめてみる。

図表5-1 建築物緑化の形態とその効果の比較

効果	緑の機能	屋上緑化		壁面緑化 登攀タイプ	踏圧地緑化 芝等による	敷地内 生け垣・庭木
		平面的	立体的			
ヒートアイランド (微空間)	蒸散作用	△	○	△	○	◎
	日射遮蔽	×	△	×	×	◎
ヒートアイランド (都市)	蒸散作用	△	◎	△	△	◎
雨水調整	一時貯留・ 流出抑制	○	◎	×	○	◎
	浸透	×	×	×	◎	◎
生物多様性	育成・休息	○	◎	△	○	◎
地球温暖化防止	CO ₂ 固定	×	○	×	×	◎
大気・室内環境改善	気温・湿度 調整(蒸散)	△	◎	△	△	◎
	空気浄化	△	○	○	△	◎
省エネルギー	断熱	○	◎	△	—	—
	日射遮蔽	◎	◎	◎	—	○
騒音低減	吸音・遮蔽	○	◎	○	×	◎
防風	遮蔽	×	○	×	×	◎
防火・防災	防火・防熱	○	◎	◎	—	○
環境教育		○	◎	○	△	◎
景観向上		○	◎	○	○	◎
プライバシー確保	視線遮断	—	—	△	—	◎
通路等形成	空間遮断	—	—	—	—	◎
建物劣化防止	被覆、 日射遮蔽	◎	◎	○	—	—
レクリエーション	アロマテラ ピー	○	◎	△	△	◎
宣伝・集客	景観形成	○	◎	△	△	○
生産		×	○	×	×	◎

- (備考) 1. 表中の◎～×の評価については、私見に基づき各緑化タイプ間を相対的に比較したものである。
 2. 地球温暖化防止、省エネについては他の効果による二次的効果を含まないものとする。
 3. 地球温暖化防止については、緑化施設製造によるCO₂排出、代替設備(太陽光パネル等)の設置不可による相対的CO₂排出量増加は評価しない。

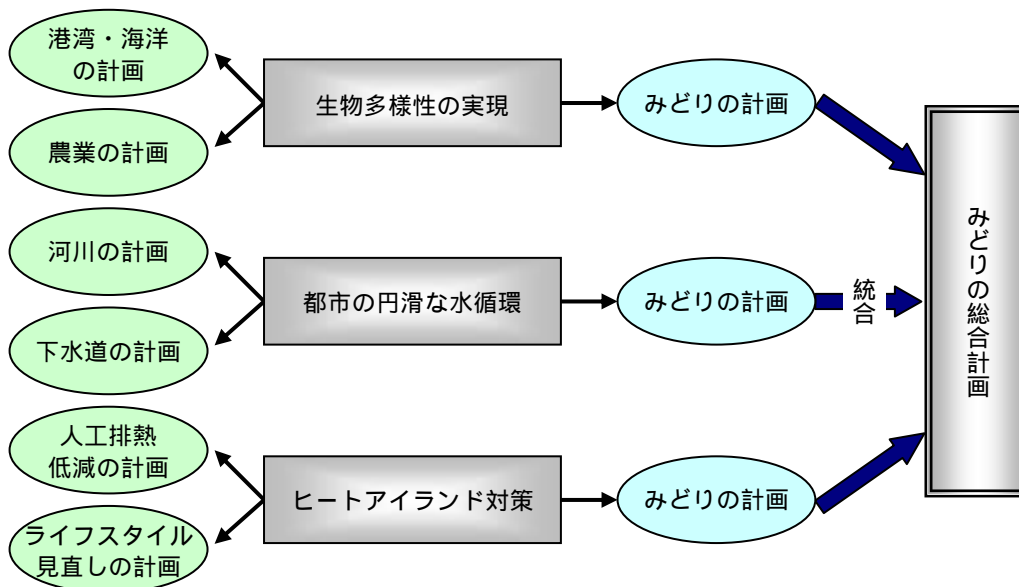
表中の「公共的な便益」が行政として達成すべき個別の目標と考えられる。行政は、個別の公共的な目標(例えばヒートアイランド対策)毎に、目標水準とそれを達成するために最も有効な施策を盛り込んだ計画を策定すると考えられる。この際、各個別計画の中で、他の諸施策と共にみどりの空間を設置するという施策を位置付けた場合、そのみどりの計画部分を抽出し統合した「みどりの総合計画」を検討する必要があると考えられる。みどりの総合計画とは、みどりの形態(あるいは質)と配置箇所(地区・区画)を定めた計画として考えられ、特にみどりが必要と考えられる地区については、緑化重点地区の指定といったゾーニング等を行い、

メリハリをつける必要も出てくると考えられる。

こうした公共的な便益が期待されるみどりは永続性を持つことが必要であり、本来は公園等の公共空間によって確保することが望ましい。しかし、既成市街地においては、用地取得等の面で現実には非常に困難である。このため、建築物緑化という手段が期待される。

また、建築物緑化はその形態によって効果が異なり、表中の効果の比較からも明らかなように、特殊空間緑化より敷地内の緑化（庭木・生け垣等）の方が通常は効用が高く、優先される。しかし、高密度な既成市街地等では、限られた空間の有効活用という点で、特殊空間緑化の活用が望ましい場合もある。こうした地域（地区）の計画では、屋上緑化等の特殊空間緑化の積極的な推進を位置付けることも必要と考えられる。

図表5-2 「みどりの総合計画」の策定イメージ



(2) 建築物緑化の推進施策の検討

前述の「みどりの総合計画」の中で、みどりの空間を形成する手段として建築物緑化の推進が求められた場合、具体的にどのような施策が考えられるのか、以下、検討を行う。

ア. 建築物緑化の義務付け

建築物緑化とは、通常、民有地等の私的な空間を活用して緑化する手法であり、公益性の観点から、その空間において永続的なみどりを確保することが求められる場合は、条例による緑化義務等を検討する必要がある。また、直接的な緑化義務だけでなく、地区計画等に基づき最低敷地規模を規定すること¹、あるいは建ぺい率を低く抑えることも、敷地内に緑化可

¹ 丸田頼一（1983）「都市緑地計画論」（丸善株式会社）によれば、東京都杉並区の住宅地を対象とした調査から、敷地面積が270㎡以上の場合、無緑化地の割合は0となり、建築物緑化によるみどりの空間が確保されるとしている。

能な空地を生み出す手段として非常に有効であり、こうした都市計画との連携も重要である。

ここで緑化義務の内容について検討する。

導入にあたっては、地区毎に、みどりの総合計画で定められたその地区に求められる緑化の効果を最低限確保するのに必要な規制内容を定める必要があると考えられる。通常は、敷地規模を対象とする緑化率（最低限度）と、備えるべき最低限のみどりの内容（高木、低木の量等）を地区単位で定めることが望ましいと考えられる。

例えば、生物多様性実現の観点から2つの大規模緑地の中間地点に鳥類の休息空間を設ける場合、草本類のみで足りる場合は、中間地点となる地区に対して20%以上の緑化率規制（草本類による緑被でも可）を設けるといったことが考えられる。

また、屋上緑化等の特殊空間緑化を行うきっかけとして、大きく以下の二つのケースが考えられる。

- ①緑化率規制に基づいて緑化を行うにあたり、敷地内に空地もあるが、建物所有者等の都合により特殊空間緑化を行う。
- ②高建ぺい率の地区等で敷地内に空地がほとんど無く、緑化率規制をクリアするために、特殊空間緑化を行う。

前述のとおり、特殊空間緑化の効果は、形態にもよるが、通常の庭木・生け垣等と比較すると限定的である。①のような場合については、本来、通常の庭木等で緑化率規制をクリアすることが期待されるため、緑化面積を算定する際、特殊空間緑化の緑化面積を形態に応じて一定割合減じるべきであろう。一方、②のような場合については、特殊空間緑化を活用せざるを得ない環境にあるため、前述の一定割合を減じる措置について緩和すべきである。

例としては、「ヒートアイランド対策を目標として緑化義務が課せられた地区について、セダム類を活用した平面的緑化を施工した場合は、庭木等で確保した場合の面積の2分の1として算定する（セダム類による平面的緑化200㎡と庭木等による緑化100㎡を同じ緑化面積とみなす）。ただし、建ぺい率80%以上の地区については、2分の1を5分の4に緩和する（セダム類による平面的緑化125㎡と庭木等による緑化100㎡を同じ緑化面積とみなす）。」といった取組みが考えられる。

イ. 建築物緑化の支援策

前述の義務化等にあわせ、建築物緑化の支援策も検討する必要がある。支援策を検討するにあたっては、(1)で「みどりの総合計画」を策定する基となった、個別の公共的な政策（生物多様性やヒートアイランド対策など）毎に支援内容を検討すべきであると考えられる。例えば、水循環の計画に基づき、その地区の建築敷地について雨水の一時貯留効果を期待する場合については、設置される雨水貯留施設（雨水貯留タンクのほか緑化空間等）の性能（一時貯留容量、雨水排出遅延効果等）に応じた（助成額の傾斜等）支援措置（貯留設備に対する助成、下水道料金の減免措置等（参考：ドイツの事例））を行うことが考えられる。

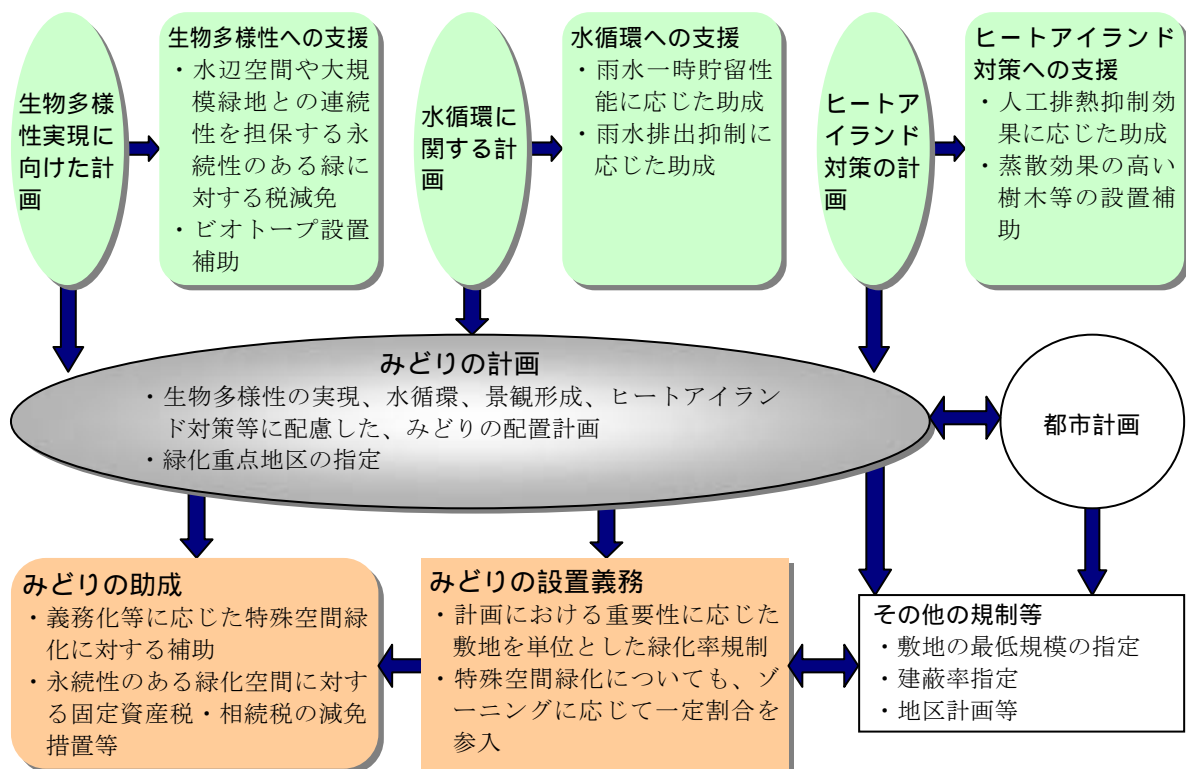
また、みどりの空間の永続性を継続的に支援（担保）する措置として、みどりの空間に対する固定資産税の減免措置等も考えられる。みどりの空間が失われた場合には減免措置を中

止するという対応がとれるため、容積率の割増等の措置よりも持続性を担保する手段として優れていると考えられる。

なお、みどりの支援策については、複合的に助成を受けられる構造にすることも大事である。みどりの良さは、ヒートアイランド現象緩和、雨水一時貯留、大気環境改善など様々な公共性のある効果を併せ持つ点である。単体の効果のみでは、他の施設（雨水一時貯留に資するタンクなど）とコスト等を含めて比較すると優位でない場合もある。様々な公共的目標に基づき、複合的に支援を行うことが、みどりの外部経済性を正當に評価することとなる。

(1)～(3)をまとめると以下のような施策体系となる。

図表5-3 建築物緑化の推進手法例



(3) その他

ア. 建築物緑化の効果に対する評価を示す

建築物緑化の定量的な種々の効果（断熱、微気象緩和等）については、現在様々な機関で検証が進められている。建物所有者等のユーザーが屋上緑化等を行う際に、複数の企業からこうした定量的効果の説明を受ける場合、その前提となる条件、計測手法が異なると、比較することができない。

中立的な立場にある行政が、こうした定量的効果を計測する際の標準的なモデルを示す（あるいは認める）ことが期待される。

イ．先導的なモデルを示す

特殊空間緑化については拡大傾向にあるが、特に屋上緑化等については、屋上へ入れる人が限定されるため、一般市民の目に触れる機会は少ない。行政は、自らの施設を活用して、広く市民の目に触れられるような特殊空間緑化を行い、普及・啓蒙に努めることも重要である。

3．緑化関連企業の取組み

特殊空間緑化に対する企業の課題としては、以下が考えられる。

- ユーザーに信頼される優れた製品開発、安全安心な施工、維持管理体制の確立。
 - イニシャルコスト、メンテナンスコストのより一層の低減。
 - ユーザーにとってわかりやすく信頼される特殊空間緑化に関する性能等の表示。
- これらの課題への取組みについて、以下、検討を行う。

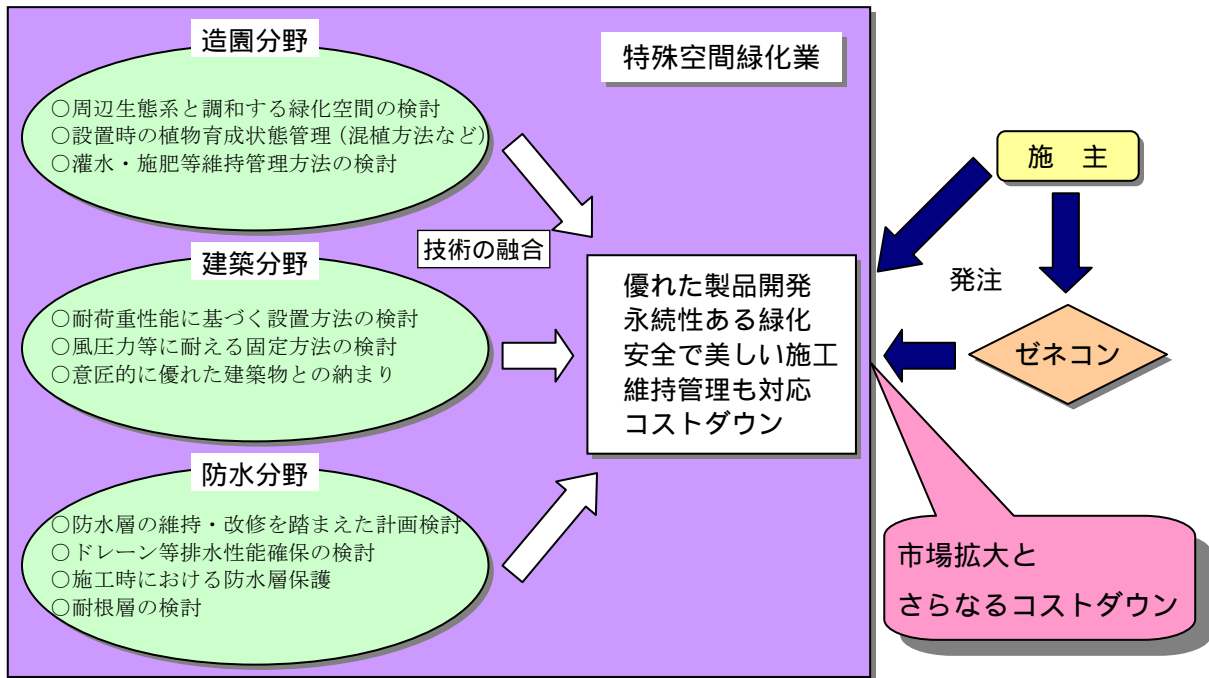
(1) 建築・造園・防水等の技術の複合的な活用

屋上緑化や壁面緑化は建築物上に植栽を設ける行為であり、建築と造園の技術を複合的に活用する必要がある。また、屋上緑化については、デリケートな防水層の上に施工する場合は通常であり、防水の知識・技術も要求される。

特殊空間緑化、特に屋上緑化について、製品をシステム（植栽及び植栽基盤から構成される）として開発し、安心・安全な施工を行い、維持管理を行うには、建築、造園、防水の技術を複合的に発揮する必要がある。

現在、防水メーカー等において種々の屋上緑化製品の開発が進められている。建築・造園・防水の知識・技術を備え、造園業や防水業と比肩する、施工から維持管理までをトータルで請け負うことのできる特殊空間緑化業として体制を整えることで、信頼性の向上とさらなるコストダウンも期待できよう。

図表5-4 優れた特殊空間緑化業とは



(2) 優れた特殊空間緑化製品の開発・提供

優れた特殊空間緑化製品の条件を考察する。

①美しく憩える空間づくり

建築及び造園の技術を複合的に発揮し、屋上や壁面といった空間を美しく憩える空間として緑化することが求められる。建物ファザードとの意匠的な一体性に配慮した壁面緑化の検討や、屋上等にある他設備との取り合いに配慮した屋上緑化の配置計画検討、屋上緑化空間へアプローチし憩うための園路等を含めた動線・施設計画検討などが考えられる。また、平面的緑化については、混植や花モノ・実モノの採用により、より変化に富んだ空間づくりが求められる。

②メンテナンスが容易

維持管理の手間がかからず、ランニングコストも抑制した製品が期待される。維持管理作業を想定した通路等の確保、防水層を改修する際に対応可能な屋上緑化システムの構成（あるいは長寿命防水の採用）、雨水や中水等の活用による灌水システム、樹木等の成長に十分耐えることのできる余裕をもった植栽基盤などが考えられる。また、低廉な価格で維持管理作業を受託できる体制づくりも期待される。参考に、共益費によって管理されている集合住宅内植栽地について、支払ってもよいと考える維持管理費をアンケート等により把握した調査²によると、月額1世帯あたり561～856円（年間6,732～10,272円）という結果がでている。

² 内藤志帆・高橋新平・近藤三雄（2003）「維持管理費からみた集合住宅内植栽地の経済的価値評価について」（ランドスケープ研究 vol.66 no.5）

③安価で信頼性の高い製品の提供

施工中及び施工後、飛散、落下事故等の発生しない安心・安全な製品を、地上部の緑化と比較しても過大と感じない費用で提供されることが期待される。

④永続性のあるみどり

適切なメンテナンスを前提に、永続性のあるみどりが提供されることが求められる。また施工後3年程度は枯死等に対する保証を行うことも求められよう。

⑤建物所有者へのメリットと都市環境改善に貢献

特殊空間緑化による建物所有者への定量的なメリット（空調費低減等）、都市環境改善への貢献が説明されることが求められる。

(3) 人材育成、資格制度

その企業が特殊空間緑化業に関して一定の技術を持ち、かつそれをユーザーに対してわかり

と活用が有効である。

一例として、NPO 屋上開発研究会が提唱する屋上緑化の資格制度³を以下に示す。

図表5-5 屋上緑化に関する資格制度例

名称	スカイフロントコーディネーター・屋上緑化（初級）
目的	人材育成。住宅や小規模ビルの屋上緑化知識の習得
試験範囲	緑化概論（目的、効果、最近の傾向） ----- 建築知識（防水、耐根、排水、荷重、防風、安全対策） ----- 植栽知識（人工土壌、肥料、灌水、樹木、草花、地被類） ----- 施工と緑化技術及び維持管理 ----- 資材の知識、用語解説
認定	学識経験者及び実務経験者で構成される委員会で運営
資格取得後	希望者はホームページ上で名前が公表される ----- 屋上開発研究会の技術指導・助言が受けられる 等

(4) 性能規定等の標準化

ユーザーにとって仕様・機能（効用）等がわかりやすく、また、安心して特殊空間緑化の施工を依頼できる体制を整える必要もある。特殊空間緑化の業界において、ユーザーニーズを踏まえつつ、統一的な仕様及びモデル契約約款、評価指標が必要である。

例えば、行政の施策において雨水一時貯留に対する支援策がある場合、その統一的な性能評価（試験方法）に基づく表示などである。

例として、屋上緑化に関する2つの評価・認定制度を示す。

ア. (社)公共建築協会の評価

(社)公共建築協会では、官庁営繕で活用されている国土交通大臣官房官庁営繕部監修「建築

³ 2004年6月に第1回試験を予定。技術的にさらに高いレベルを求める「上級」も予定しているが、2～3年後に実施する予定である。詳細は、ホームページ（<http://www.sky-front.or.jp/>）を参照。

工事共通仕様書」等に品質及び性能等が規定されている建築材料・設備機材並びに協会が重要と認め、指定する材料等に係る評価を実施している。これに2000年から「人工屋上緑化用システム」が加わった。評価書を取得すると、協会の発行する「建築材料等評価名簿」に記載され、公共や民間の建築工事における材料選定に活用される。現在（2003年度末現在）9社が評価書を取得している。

なお、「建築改修工事共通仕様書（平成14年版）」に新たに設けられた「環境配慮工事」の一項目として「屋上緑化改修工事」が掲載されている。

評価基準等は下記のとおりである。

図表5-6 公共建築協会の人工屋上緑化用システム評価基準

適用範囲	<p>評価の対象とする人工屋上緑化用システムとは、主として建築物の陸屋根及び勾配屋根用の屋上緑化を目的とし、一般防水層の上部に設置するもので、耐根層を持ち、特殊成型パネル等で保水・排水の構造を備え、建物構造に負担をかけない軽量の緑化用システムとしての諸条件を備えたものに適用する。但し、屋上防水層は対象としていない。</p> <p>システムの種類としては、通常の各種の植栽が可能な管理型、及び植栽を限定した超軽量、超薄層の機構で、メンテナンスの必要性の少ない省管理型とに区分する。</p> <p>管理型については、客土は対象としていない。また省管理型については専用の植栽の種類及び軽量土壌をセットとして対象とし、表示項目とする。</p> <p>なお屋上に部分的に集中して高木を植栽する集中荷重のある庭園については別途構造計画を考慮するものとする。</p>																																											
	<p style="text-align: center;">評 価 基 準</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">省 管 理 型</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">管 理 型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>有効土壌の厚さ (cm)</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">20cm 以上</td> </tr> <tr> <td>適用土壌</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">種類及び比重を表示</td> </tr> <tr> <td>システム総重量 (kg/m²)</td> <td style="text-align: center;">軽量土壌を含む</td> <td style="text-align: center;">土壌を除く</td> </tr> <tr> <td>保水性能 (ℓ/m²)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">保水空間体積を明示</td> </tr> <tr> <td>水平方向排水性能 (ℓ/m²)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">排水空間体積を明示</td> </tr> <tr> <td>植栽</td> <td style="text-align: center;">省管理が可能な専用植栽のセットとし、通常の屋根環境で自生・生育するものとする。植物名を表示。</td> <td style="text-align: center;">各種の栽培が対応可能な構造とするが種類については評価の対象とはしない。</td> </tr> <tr> <td>再生材の利用</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">各材料の利用率の分析結果を確認し、表示。</td> </tr> <tr> <td>透水フィルタの透水性能</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">透水係数の上昇傾向を確認</td> </tr> <tr> <td>構成材の耐腐食・耐久性</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">合成繊維、合成樹脂等で構成。</td> </tr> <tr> <td>保水・排水性</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">植物の生育に必要な保水性能及び排水性能を持ち、通気性及び植え込み土壌を支え、流出しない構造を持つ。</td> </tr> <tr> <td>保水・排水層の鉛直方向の排水性能 (ℓ/m²・hr)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">240ℓ/m²・hr 以上</td> </tr> <tr> <td>耐荷重性能 保水・排水基盤の許容圧縮強度 (N/m²)</td> <td style="text-align: center;">メンテナンス時の上部歩行で破壊しない。30,000N/m²以上の載荷重で異常のないこと。</td> <td style="text-align: center;">右記に加え、最大有効土壌厚の荷重の1.5倍以上。</td> </tr> <tr> <td>耐根防水層</td> <td style="text-align: center;">厚0.3mm以上の合成樹脂耐根シート又は対象の植物に対し耐根性能の実績を持つ。</td> <td style="text-align: center;">右記に加え、熊笹等に対しても耐根性能を持つこと。</td> </tr> </tbody> </table>				省 管 理 型	管 理 型	有効土壌の厚さ (cm)	—	20cm 以上	適用土壌	種類及び比重を表示		システム総重量 (kg/m ²)	軽量土壌を含む	土壌を除く	保水性能 (ℓ/m ²)	保水空間体積を明示		水平方向排水性能 (ℓ/m ²)	排水空間体積を明示		植栽	省管理が可能な専用植栽のセットとし、通常の屋根環境で自生・生育するものとする。植物名を表示。	各種の栽培が対応可能な構造とするが種類については評価の対象とはしない。	再生材の利用	各材料の利用率の分析結果を確認し、表示。		透水フィルタの透水性能	—	透水係数の上昇傾向を確認	構成材の耐腐食・耐久性	合成繊維、合成樹脂等で構成。		保水・排水性	植物の生育に必要な保水性能及び排水性能を持ち、通気性及び植え込み土壌を支え、流出しない構造を持つ。		保水・排水層の鉛直方向の排水性能 (ℓ/m ² ・hr)	240ℓ/m ² ・hr 以上		耐荷重性能 保水・排水基盤の許容圧縮強度 (N/m ²)	メンテナンス時の上部歩行で破壊しない。30,000N/m ² 以上の載荷重で異常のないこと。	右記に加え、最大有効土壌厚の荷重の1.5倍以上。	耐根防水層	厚0.3mm以上の合成樹脂耐根シート又は対象の植物に対し耐根性能の実績を持つ。
	省 管 理 型	管 理 型																																										
有効土壌の厚さ (cm)	—	20cm 以上																																										
適用土壌	種類及び比重を表示																																											
システム総重量 (kg/m ²)	軽量土壌を含む	土壌を除く																																										
保水性能 (ℓ/m ²)	保水空間体積を明示																																											
水平方向排水性能 (ℓ/m ²)	排水空間体積を明示																																											
植栽	省管理が可能な専用植栽のセットとし、通常の屋根環境で自生・生育するものとする。植物名を表示。	各種の栽培が対応可能な構造とするが種類については評価の対象とはしない。																																										
再生材の利用	各材料の利用率の分析結果を確認し、表示。																																											
透水フィルタの透水性能	—	透水係数の上昇傾向を確認																																										
構成材の耐腐食・耐久性	合成繊維、合成樹脂等で構成。																																											
保水・排水性	植物の生育に必要な保水性能及び排水性能を持ち、通気性及び植え込み土壌を支え、流出しない構造を持つ。																																											
保水・排水層の鉛直方向の排水性能 (ℓ/m ² ・hr)	240ℓ/m ² ・hr 以上																																											
耐荷重性能 保水・排水基盤の許容圧縮強度 (N/m ²)	メンテナンス時の上部歩行で破壊しない。30,000N/m ² 以上の載荷重で異常のないこと。	右記に加え、最大有効土壌厚の荷重の1.5倍以上。																																										
耐根防水層	厚0.3mm以上の合成樹脂耐根シート又は対象の植物に対し耐根性能の実績を持つ。	右記に加え、熊笹等に対しても耐根性能を持つこと。																																										
種類・性能表示項目																																												
品質・性能面の要求項目																																												

- (備考) 1. (社)公共建築協会資料より作成。
2. 上記のほか試験方法等が定められている。

イ. 財日本建築センターの認定

財日本建築センターでは、先端的・革新的な建築技術のうち、建築基準法や JIS・JAS 等で基準・規格化されていないものについて、その品質を認定することにより、新建築技術の開発・普及、建築物の品質確保の促進に寄与することを目的として新建築技術認定事業を行っている。認定の信頼性、公平性及び透明性を確保するため、認定基準の作成に際しては、ホームページ等を通じて一ヶ月以上公開し、広く意見を聴いて修正等を行った後、正式に認定基準として定め、その基準に基づき認定を行っている。

2002年3月に、環境改善を図るため建築物の屋上等を緑化することに伴う建築技術を対象とし、屋上を緑化することに伴い建築サイドとして考慮すべき事項について、評価基準・方法を定めた。現在（2003年度末現在）1社が認定を取得している。

評価基準等は下記のとおりである。

図表5-7 日本建築センターの環境改善のための屋上緑化建築技術認定基準

1. 環境改善効果	
下記のⅠ～Ⅳの категорияから2以上のcategoryを選択し、選択した各categoryから1項目以上を選択し、試験あるいは数値シミュレーションで効果を確認する。	
Ⅰ 室内環境	断熱効果
	日射の焼け込み低減効果
	遮音効果
	固体音低減効果
	その他（申込者の評価希望項目）
Ⅱ 屋外環境	照り返し低減効果
	滞在空間のクールスポット形成効果
	吸音効果
	その他（申込者の評価希望項目）
Ⅲ 地域・地区（都市）環境	雨水流出抑制効果
	総合的な熱的環境改善効果
	その他（大気汚染物質除去効果等、申込者の評価希望項目）
Ⅳ 地球環境	CO ₂ 吸収効果等、申込者の評価希望項目
2. 品質	
(1) 適用範囲（地域、建築物規模等）及び前提条件（植栽種類等）に応じて以下の性能を有すること。	
①荷重	荷重を明示
②防水	防水性能が損なわれないような対策
③給排水	植物に必要な給水（灌水）確保、屋上全体の排水対策
④安全対策	植物の転倒、土壌飛散、資材落下等への安全対策
(2) 設計、施工及び維持管理が確実に実施できるものであること。	
3. 環境負荷	
環境負荷の低減に貢献していること。	

（備考）財日本建築センター資料「環境改善のための屋上緑化建築技術認定基準」（2002年1月23日）より作成。

ウ. モデル約款

現時点において、モデル約款に類するものは見当たらない。前述のドイツにおけるモデル

約款等は大いに参考になると思われるが、ここでは、以下のような項目に留意したモデル約款を期待したい。

①施工時について

- ・事故（防水層破損による漏水、土壌等の飛散等）に対する責任・補償。
- ・緑の被覆率（何年後に何%被覆するのか）提示。
- ・枯死に対する保証（3年等の期間を設ける）。
- ・土壌や植栽の飛散・補充等に対する保証（風速等の条件を付けて）。
- ・イニシャルコストの統一的な構成（運搬費の有無等）。

②維持管理について

- ・必要となる維持管理の内容（どのくらいの期間に一度、どのような作業が必要か）。
- ・維持管理費用（施工者が受託した場合の費用）。

(5) その他

以下のような取組みも期待したい。

①建築設計事務所への普及・啓蒙・支援

施主が屋上緑化等を希望しても、建築設計事務所において、屋上緑化等によるトラブル発生を危惧して実現しない場合も多々あるという。緑化企業として、最新の特殊空間緑化に関する知見を、建築設計事務所等を対象に発信し、普及・啓蒙を図ることも重要である。また、建築設計事務所が、特殊空間緑化について気軽に相談できる体制をつくる（NPO等の協力を得つつ緑化企業とは独立した別組織が望ましい）ことも効果的である。

②特殊空間緑化に関する情報の開示と共有

我が国における特殊空間緑化への取組みはいまだ発展途上にある。既に多くの施工実績を積む企業も出ているが、そういった企業も過去に様々な失敗や試行錯誤を経てきている。現在様々な企業がこの業界に参入してきているが、重大な事故や低品質な製品提供により特殊空間緑化への信頼を失うようなことがないよう、業界全体として技術等を高めていく必要がある。そのためには企業間において、積極的な情報交換と共有が図られることが重要である。特に過去の失敗事例とそれに対する対応策を企業間で共有することは、大きな資産になると思われる。

4．おわりに

建築物緑化は、みどりの量を確保する手段としては、公園や緑地等の補完的役割にならざるを得ない。しかし、生物多様性等の視点から連続したみどりの空間を形成すること、あるいは日常的に目に触れる身近なみどりの空間をつくることにとっては大きな役割を担っていると思われる。また、屋上緑化等の特殊空間緑化は、庭木等の通常の建築物緑化と比較してかなり特殊例と考えられるが、高密度な既成市街地等では限られた空間を有効に活用するという観点から必要な技術であり空間である。

新たなみどりの空間である特殊空間緑化を普及させるには、コストが一つのキーワードになると思われるが、現在の緑化資材メーカーのコストダウン努力だけでは限界がある。行政の諸施策等によって市場が拡大し、さらにそれをきっかけに、特殊空間緑化に関して製品開発から設計・施工まで責任をもって請け負える企業が登場し、コストダウンを図りつつ優れた特殊空間緑化が創出されていくことに期待したい。また、こうした企業による優れた特殊空間緑化創出とコストダウンが、建物所有者等の意向による自主的な特殊空間緑化を誘発し、高密度な既成市街地にあっても、都市環境改善に資するみどりの空間が拡大していくことを期待したい。

参考文献

- (財)都市緑化技術開発機構 特殊緑化共同研究会 (1995、1996) 「NEO-GREEN SPACE DESIGN①
～③ 新・緑空間デザイン」(株誠文堂新光社)
- (財)都市緑化技術開発機構 グランドカバー共同研究会 (2000) 「グランドカバー緑化ガイドブッ
ク」(株鹿島出版会)
- (社)日本造園学会 (1998) 「ランドスケープ大系④ ランドスケープと緑化」(技法堂出版)
- 日本建築学会 (2002) 「建築と都市の緑化計画」(株彰国社)
- 日本建築学会 (材料施工委員会・防水工事運営委員会) (2003) 「第2回防水シンポジウム資料
集」
- 建築思潮研究所 (2002) 「建築設計資料 85 屋上緑化・壁面緑化ー環境共生への道」(株建築資
料研究所)
- 建築ジャーナル (2002) 「緑の屋根、緑の壁」
- 日経アーキテクチュア (2003) 「実例に学ぶ屋上緑化 設計～施工～メンテナンスの勘所」(株
日経 BP 社)
- 丸田頼一 (1983) 「都市緑地計画論」(丸善株式会社)
- 山田宏之 (2001) 「屋上緑化のすべてがわかる本」(株インタラクシオン)
- 尾島俊雄 (2002) 「ヒートアイランド」(東洋経済新報社)

その他に、行政機関 (国土交通省、環境省、東京都、大阪府、兵庫県等)、緑化関連企業、関
係機関 (財)都市緑化技術開発機構、NPO 屋上開発研究会等)、ドイツ諸団体 (FLL、FBB 等)
のホームページ、報告書、パンフレット等に加え、ECO-GREEN TECH 2003 における講演内容
等も参照している。

『調査』既刊目録

— 最近刊の索引 —

- 61 (2004. 4) 都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望
- 60 (2004. 3) コスト面からみた資本、労働の動き
- 59 (2003.12) 最近の経済動向
- 58 (2003.10) 設備投資計画調査報告(2003年8月)
- 57 (2003. 9) 中国による対日直接投資と中国人留学生による日本での起業
- 56 (2003. 9) 資源循環型社会で注目される生分解性プラスチック
- 55 (2003. 7) 素材型産業を核とした資源循環クラスターの展開
- 54 (2003. 6) ブロードバンド時代のデジタルコンテンツ・ビジネス
- 53 (2003. 5) 企業の温暖化対策促進に向けて
- 52 (2003. 4) 地方民鉄の現状
- 51 (2003. 3) 設備投資計画調査報告(2003年2月)
- 50 (2003. 1) 設備投資計画調査統計集(1990年度以降)
- 49 (2002.12) 最近の経済動向
- 48 (2002.12) 食品リサイクルとバイオマス
- 47 (2002.11) 中国の経済発展と外資系企業の役割
- 46 (2002.10) 将来不安と世代別消費行動
- 45 (2002.10) 設備投資計画調査報告(2002年8月)
- 44 (2002. 8) 日本企業の生産性と技術進歩
- 43 (2002. 8) 設備投資・雇用変動のミクロ的構造
- 42 (2002. 8) わが国電気機械産業の課題と展望
- 41 (2002. 8) 邦銀の投融资動向と経済への影響
- 40 (2002. 7) 社会的責任投資 (SRI) の動向
- 39 (2002. 7) 少子高齢化時代の若年層の人材育成
- 38 (2002. 7) 最近の経済動向
- 37 (2002. 3) 設備投資計画調査報告(2002年2月)
- 36 (2002. 3) 使用済み自動車リサイクルを巡る展望と課題
- 35 (2002. 3) 近年の企業金融の動向について
- 34 (2002. 3) 労働分配率と賃金・雇用調整
- 33 (2002. 2) 都市再生と資源リサイクル
- 32 (2002. 1) 環境情報行政と IT の活用

— 分野別の索引 —

〔設備投資アンケート〕

◇設備投資計画調査

- | | |
|----------------------------|---------------|
| • 2002・03・04年度 (2003年8月) | 58 (2003.10) |
| • 2002・03年度 (2003年2月) | 51 (2003. 3) |
| • 設備投資計画調査統計集(1990年度以降) | 50 (2003. 1) |
| • 2001・02・03年度 (2002年8月) | 45 (2002.10) |
| • 2001・02年度 (2002年2月) | 37 (2002. 3) |
| • 2000・01・02年度 (2001年8月) | 28 (2001.10) |
| • 2000・01年度 (2001年2月) | 21 (2001. 3) |
| • 1999・2000・01年度 (2000年8月) | 15 (2000.10) |
| • 1999・2000年度 (2000年2月) | 7 (2000. 3) |
| • 1998・99・2000年度 (1999年8月) | 2 (1999.10) |
| • 1998・99年度 (1999年2月) | 254 (1999. 3) |
| • 1997・98・99年度 (1998年8月) | 251 (1998.10) |

〔経済・経営〕

◇最近の経済動向

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| • 資金循環と金融を中心とする日本経済の中期シナリオの検討 | 59 (2003.12) |
| • 日本経済の持続可能性に向けた中期シナリオの検討 | 49 (2002.12) |
| • グローバル化と日本経済 | 38 (2002. 7) |
| • デフレ下の日本経済と変化への兆し | 31 (2001.12) |
| • デフレ下の日本経済 | 26 (2001. 7) |
| • 今次景気回復の弱さとその背景 | 19 (2001. 3) |
| • IT から見た日本経済 | 12 (2000. 8) |
| • 90年代を振り返って | 4 (2000. 1) |
| • 設備投資と資本ストックを中心に | 258 (1999. 7) |
| • 長引くバランスシート調整 | 252 (1999. 1) |
| • 今回の景気調整局面の特徴 | 245 (1998. 8) |

* 当行の Web ページ (<http://www.dbj.go.jp/report/>) では、『調査』発刊開始(1973年)以来の全目録を掲載しており、2001年4月発行の第26号以降については全文をご覧頂くことができます。
 * 『調査』入手のご希望については、調査部総務班 (Tel: 03-3244-1840 email: report@dbj.go.jp) までお問い合わせ下さい。

◇日本経済一般

- ・コスト面からみた資本、労働の動き 60 (2004. 3)
- ・日本企業の生産性と技術進歩 44 (2002. 8)
- ・為替変動と産出・投入構造の変化 242 (1998. 6)

◇金融・財政

- ・邦銀の投融资動向と経済への影響 41 (2002. 8)
- ・社会的責任投資 (SRI) の動向 40 (2002. 7)
—新たな局面を迎える企業の社会的責任—
- ・近年の企業金融の動向について 35 (2002. 3)
—資金過不足と返済負担—

◇設備投資・企業経営

- ・設備投資・雇用変動のミクロ的構造 43 (2002. 8)
- ・ROA の長期低下傾向とそのミクロ的構造 30 (2001.12)
—企業間格差と経営戦略—
- ・日本企業の設備投資行動を振り返る 17 (2000.11)
—個別企業データにみる1980年代以降の特徴と変化—
- ・90年代の設備投資低迷の要因について 262 (1999. 9)
—期待の低下や債務負担など中長期的構造要因を中心に—

◇消費・貯蓄・雇用

- ・将来不安と世代別消費行動 46 (2002.10)
- ・労働分配率と賃金・雇用調整 34 (2002. 3)
- ・家計の資産運用の安全志向について 16 (2000.10)
- ・企業の雇用創出と雇用喪失 6 (2000. 3)
—企業データに基づく実証分析—
- ・消費の不安定化とバブル崩壊後の消費環境 1 (1999.10)
- ・人口・世帯構造変化が消費・貯蓄に与える影響 248 (1998. 8)
- ・資産価格の変動が家計・企業行動に与える影響の日米比較 244 (1998. 7)
- ・近年における失業構造の特徴とその背景 240 (1998. 4)
—労働力フローの分析を中心に—

◇貿易・直接投資

- ・変貌するわが国貿易構造とその影響について 29 (2001.11)
—情報技術関連(IT)財貿易を中心に—

◇海外経済

- ・中国による対日直接投資と中国人留学生による日本での起業 57 (2003. 9)
—中国経済の活力を日本に取りこむために—
- ・中国の経済発展と外資系企業の役割 47 (2002.11)
- ・米国の景気拡大と貯蓄投資バランス 8 (2000. 4)
- ・米国経済の変貌 255 (1999. 5)
—設備投資を中心に—
- ・アジアの経済危機と日本経済 253 (1999. 3)
—貿易への影響を中心に—

〔産業・技術・環境〕

◇最近の産業動向

- ・主要産業の生産は、素材、資本財産業を中心に減少へ 27 (2001. 7)
- ・内需の回復続き、多くの業種で生産増加 13 (2000. 8)
- ・輸出はアジア向けで堅調、内需は回復に力強さがみられず 5 (2000. 1)
- ・全般的に緩やかな回復の兆し 260 (1999. 8)

◇技術開発・新規事業

- ・製造業における技能伝承問題に関する現状と課題 261 (1999. 9)
- ・最近のわが国企業の研究開発動向 247 (1998. 8)
—技術融合—
- ・わが国企業の新事業展開の課題 243 (1998. 7)
—技術資産の活用による経済活性化への提言—
- ・日本の技術開発と貿易構造 241 (1998. 6)

◇環境

- ・都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望 61 (2004. 4)
—屋上緑化等の技術とコストを中心に—
- ・素材型産業を核とした資源循環クラスターの展開 55 (2003. 7)
—リサイクルビジネスの高度化に向けて—
- ・企業の温暖化対策促進に向けて 53 (2003. 5)
- ・食品リサイクルとバイオマス 48 (2002.12)
- ・使用済み自動車リサイクルを巡る展望と課題 36 (2002. 3)
- ・都市再生と資源リサイクル 33 (2002. 2)
—資源循環型社会の形成に向けて—
- ・環境情報行政とITの活用 32 (2002. 1)
—環境行政のパラダイムシフトに向けて—
- ・家電リサイクルシステム導入の影響と今後 20 (2001. 3)
—リサイクルインフラの活用に向けて—
- ・わが国環境修復産業の現状と課題 3 (1999.10)
—地下環境修復に係る技術と市場—
- ・欧米における自然環境保全の取り組み 256 (1999. 5)
—ミティゲイションとビオトープ保全—
- ・環境パートナーシップの実現に向けて 250 (1998.10)
—日独比較の観点から見たわが国
環境NPOセクターの展望—

◇化学・バイオ

- ・資源循環型社会で注目される生分解性プラスチック 56 (2003. 9)
—“バイオマス由来”の特性で広がる用途展開—
- ・わが国化学産業の現状と将来への課題 14 (2000. 9)
—企業戦略と研究開発の連繋—

◇自動車・電機・電子・機械

- ・わが国電気機械産業の課題と展望 42 (2002. 8)
—総合電気機械メーカーの事業再編
と将来展望—
- ・わが国半導体製造装置産業のさらなる発展 23 (2001. 3)
に向けた課題
—内外装置メーカーの競争力比較から—
- ・労働安全対策を巡る環境変化と機械産業 10 (2000. 6)
- ・わが国自動車・部品産業をめぐる国際 9 (2000. 4)
的再編の動向
- ・わが国半導体産業における企業戦略 259 (1999. 8)
—アジア諸国の動向からの考察—
- ・わが国機械産業の更なる発展に向けて 257 (1999. 5)
—工作機械産業の技術シーズから
みた将来展望—

◇エネルギー・新エネルギー

- ・分散型電源におけるマイクロガスタービン 24 (2001. 3)
—その現状と課題—

◇運輸・流通

- ・地方民鉄の現状 52 (2003. 4)
—輸送密度の相関分析—
- ・物流の新しい動きと今後の課題 25 (2001. 3)
—3PL(サードパーティ・ロジスティクス)からの示唆—
- ・消費の需要動向と供給構造 18 (2000.12)
—小売業の供給行動を中心に—

◇情報・通信・ソフトウェア

- ・ブロードバンド時代のデジタルコンテンツ・ビジネス 54 (2003. 6)
—映像コンテンツ流通を中心に—
- ・ケーブルテレビの現状と課題 22 (2001. 3)
—ブロードバンド時代の位置づけについて—
- ・エレクトロニック・コマース(EC)の 246 (1998. 8)
産業へのインパクトと課題

◇医療・福祉・教育・労働

- ・少子高齢化時代の若年層の人材育成 39 (2002. 7)
—企業外における職業教育機能の充
実に向けて—
- ・労働市場における中高年活性化に向けて 11 (2000. 6)
—求められる再教育機能の充実—
- ・高齢社会の介護サービス 249 (1998. 8)

本号の内容についてのお問い合わせは、執筆担当者までお願い致します。

なお、当行の Web ページ (<http://www.dbj.go.jp/report/>) では『調査』に関する読者アンケートのフォームを掲載しております。今後の『調査』刊行に際して参考とさせていただきたく、皆様のご感想やご意見などお聞かせ願えれば幸いです。

ISSN 1345 - 1308

2004 年 4 月 8 日

調 査 第 61 号

編 集 日 本 政 策 投 資 銀 行
調 査 部 長 荒 井 信 幸

発 行 日 本 政 策 投 資 銀 行
東 京 都 千 代 田 区 大 手 町 1 丁 目 9 番 1 号
電 話 (03) 3244 - 1840
(調 査 部 総 務 班 直 通 問 い 合 せ 先)
email : report@dbj.go.jp
ホ ー ム ペ ー ジ <http://www.dbj.go.jp>

(印 刷 O T P)