

＜ 方法論 No.E*** Ver1.0＞

「屋上緑化による空調の省エネルギー（案）」（概要・適格性基準）	
プロジェクト概要	工場やオフィスビル等の建築物の屋上緑化を行い冷暖房にかかる空調負荷の低減を図ることにより空調設備の稼動に伴うCO2排出量の削減を行うプロジェクトであり、適格性基準1～3を満たすもの。
適格性基準	条件1：既存の建築物に対して屋上緑化を行うこと。
	条件2：プロジェクトの実施前において、対象となる建築物に空調設備が存在し、冷暖房を行っていること。
適格性基準	条件3：屋上緑化によって空調負荷が低減され、CO2排出量が削減されること。 <ul style="list-style-type: none"> ・屋上緑化以外の躯体の断熱化による空調負荷の低減については本方法論の対象としない。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・屋上緑化による空調エネルギー削減量を正確に算定するため、植栽が枯死することなく適切に維持管理されることが必要である。 ・屋上緑化を行う際には建築基準法やその他関連法令を遵守すること。

＜適格性基準の説明＞

条件 1：既存の建築物において屋上緑化を行うこと。

本方法論は既存建築物の屋上緑化を対象とし、新築・増改築を行う建築物の屋上緑化については対象としない。また、自治体における条例などにより、緑化が義務付けられている建築物に対して屋上緑化を行うプロジェクトは対象外である。さらに、屋上緑化を行うことにより容積率の制限が緩和されるような条例等により、当該建築物の増改築を行う場合には本方法論の対象としない（屋上緑化部分とは別の増改築も含む）。

なお、本方法論における屋上緑化とは、屋上面に植物を植え緑化することを指し、壁面の緑化を行う壁面緑化は本方法論の対象とはしない。ただし、今後必要に応じて方法論の改定を行う可能性はある。

条件 2：プロジェクトの実施前において、対象となる建築物に空調設備が存在し、冷暖房を行っていること。

冷暖房を行っていない建築物については、屋上緑化によって断熱性が向上したとしても、冷暖房需要の削減にはつながらず、CO2 削減にはならない。このため、屋上緑化以前の建築物において、空調を行っていたということが条件となる。

条件 3：屋上緑化によって空調負荷が低減され、CO2 排出量が削減されること。

本方法論は屋上緑化により屋上からの熱流量が低減されることにより空調エネルギーが低減されることを評価する方法論であるため、壁面等のその他の断熱化による効果は本方法論では算定対象外である。ただし、今後必要に応じて方法論の改定または新規方法論を作成する可能性はある。

なお、本方法論は主に屋上緑化による顕熱の低減を評価するものであり、蒸発潜熱による効果を正確に評価するものではない。また、ヒートアイランド現象の緩和による広域的な温室効果ガスの削減効果についても本方法論では算定の対象としていない。

補足：経済性評価は不要

屋上緑化を行い、建築物の空調に伴うエネルギー消費量を削減するプロジェクトについては、一般的に、施工コストに対して空調エネルギー削減によるエネルギーコストの削減額が少なく、投資回収年数が 3 年を超過する事例がほとんどであることから、以下に該当する場合を除き、採算性に関する証明は不要とする。なお、今後、屋上緑化を行う施工コストが大幅に低下した場合、基準を見直す可能性がある。

・補助金の交付を受けている場合

自治体等における助成制度を利用し、屋上緑化に対して補助金の交付を受けているプロジェクトについては採算性が無いとは言い切れないため、補助金を控除した投資額に対して、エネルギーコストの削減による投資回収年数が 3 年を超過することを示す文書を提出すること。

・屋上菜園等による作物の販売により収益を得る場合

屋上緑化に伴い、作物を栽培し販売することで収益を得る場合には、その収入を控除した投資額に対して、エネルギーコストの削減による投資回収年数が 3 年を超過することを示す文書を提出すること。

屋上緑化による空調負荷の低減に関する方法論 詳細

- 対象プロジェクト
本方法論は、建築物に対して屋上緑化を行うプロジェクトであり、適格性基準を全て満たすプロジェクトが対象である。
- ベースラインシナリオ
 - 既存の建築物が屋上緑化されることなくそのまま使用されることにより、屋上緑化を行った場合と比較して空調設備においてより多くのエネルギーが消費されていたことをベースラインとする。
- 排出削減量の算定で考慮すべき温室効果ガス排出活動

	排出活動	温室効果ガス	説明
ベースライン排出量	空調設備における電力や化石燃料の消費	CO2	空調設備の稼動に伴い電力や化石燃料が消費され、これに伴うCO2が排出される。
プロジェクト排出量	空調設備における電力や化石燃料の消費	CO2	空調設備の稼動に伴い電力や化石燃料が消費され、これに伴うCO2が排出される。
	屋上植栽の維持管理設備における電力や化石燃料の消費	CO2	屋上緑化による植栽の維持管理設備の稼動に伴い電力や化石燃料が消費され、これに伴うCO2が排出される。

※プロジェクト排出量については、屋上植栽の灌水や施肥による温室効果ガスの排出を考慮すべきであると考えられるが、どちらの排出量とも、方法論策定ガイドラインにおける「4.1.1 輸送排出など微小排出源の取り扱い」にて規定されている「排出削減量の1%未満あるいはプロジェクト排出量が10t未満」という基準に該当するため、算定対象から除外することとする。

4. 排出削減量の算定

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (\text{式1})$$

- ER_y 年間の温室効果ガス排出削減量 (t-CO2/年)
 BE_y 屋上緑化を行っていない場合に空調設備の稼動に伴い発生する化石燃料起源の年間CO2排出量 (t-CO2/年) : ベースライン排出量
 PE_y 屋上緑化を行った場合に空調設備の稼動に伴い発生する化石燃料起源の年間CO2排出量 (t-CO2/年) : プロジェクト排出量

5. ベースライン排出量の算定

5.1 ベースライン排出量

$$BE_y = BE_{C,y} \times CEF_{空,電,y} + BFC_y \times CV_{空,化,y} \times CEF_{空,化,y} \quad (\text{式2})$$

- $BE_{C,y}$ ベースラインにおける屋上からの熱流量の処理に相当する空調設備の年間電力使用量 (MWh/年)
 BFC_y ベースラインにおける屋上からの熱流量の処理に相当する空調設備の年間化石燃料消費量 (重量単位/年 or 体積単位/年)
 $CEF_{空,電,y}$ 空調設備で使用される電力のCO2排出係数 (tCO2/MWh)
 $CEF_{空,化,y}$ 空調設備で使用される化石燃料のCO2排出係数 (tCO2/GJ)
 $CV_{空,化,y}$ 空調設備で使用される化石燃料の単位発熱量 (GJ/重量単位 or GJ/体積単位)

$$BEC_y = \sum_{k=1}^N Q_{BL,k} \div \eta_{電} \quad (\text{式 3})$$

$$BFC_y = \sum_{k=1}^N Q_{BL,k} \div \eta_{化} \quad (\text{式 4})$$

Q_{BL}	ベースラインにおける各日の天井面からの熱流量 (MWh/日)
$\eta_{電}$	プロジェクトにおける空調設備の電力消費効率 (COP、APF、ボイラ効率等)
$\eta_{化}$	プロジェクトにおける空調設備の化石燃料消費効率 (COP、APF、ボイラ効率等)
N	年間空調稼働日数 (日/年)

※エネルギー消費効率としては成績係数 (COP: Coefficient of Performance) や 通年エネルギー消費効率 (APF: Annual Performance Factor)、期間成績係数 (IPLV: Integrated Part Load Value) 等に加え、これらに準ずるものを採用すること。

※成績係数 (COP : Coefficient of Performance) とは以下の式で定義されるエアコン、冷凍機などのエネルギー消費効率を表す指標の一つで、消費エネルギーに対する施される冷房、または暖房の比率として計算される無次元の数値である。¹

$$COP = \frac{\text{冷房能力または暖房能力}}{\text{消費エネルギー}}$$

※通年エネルギー消費効率 (APF: Annual Performance Factor) とは 1 年間を通してある一定条件のもとにエアコンを運転したときの消費電力 1kW 当りの冷房・暖房能力を表わすもので、以下の式で定義され、冷房期間および暖房期間を通じて室内側空気から除去する熱量および室内空気に加えられた熱量の総和と同期間内に消費された総電力との比で表わされる。²

$$APF = \frac{\text{冷房期間中に発揮能力の総和} + \text{暖房期間中に発揮能力の総和}}{\text{冷房期間中の消費電力の総和} + \text{暖房期間中の消費電力の総和}}$$

※期間成績係数 (IPLV: Integrated Part Load Value) とは米国 ARI (Air conditioning & Refrigeration Institute) が負荷の異なる 4 点の COP から期間成績係数を定義した簡易的指標であり、ARI 基準³⁴⁵を参考に空気調和・衛生工学会「建築・設備の省エネルギー技術指針⁶」においても算出方法が規定されている。

※なお、 $\eta_{電}$ 、 $\eta_{化}$ ともに冷房時、暖房時の値をそれぞれの期間に応じて使い分けること。

¹ 社団法人日本冷凍空調学会「用語集 (<http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/50on.html>)」より

² 社団法人日本冷凍空調学会「用語集 (<http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/50on.html>)」より

³ ARI:Standard 210/240:Unitary Air Conditioning and Air source Heat Pump Equipment(2003),pp.39-41.

⁴ ARI:Standard 340/360:Industrial Unitary Air Conditioning and Heat Pump Equipment(2000),pp.14-16.

⁵ ARI:Standard 550/590:Chilling Packages using the Vapor Compression(2003),pp.24-27.

⁶ 空気調和・衛生工学会:「建築・設備の省エネルギー指針 (1994)」pp.382-385.

$$Q_{BL} = K_{BL} \times \sum_{k=t}^{t+t'} (\text{abs}(\text{SAT}_{BL,k} - T_{k,in})) \times A \times 10^{-6} \quad (\text{式 5})$$

K_{BL}	ベースラインにおける天井及び屋根の熱貫流率 (W/ (m ² ・°C))
SAT_{BL}	ベースラインにおける屋上面付近の相当外気温度 (°C)
T_{in}	プロジェクトにおける天井面付近の室内温度 (°C)
A	屋上緑化面積 (m ²)
t	プロジェクトにおける空調設備の稼働開始時刻 (—)
t'	プロジェクトにおける空調設備の稼働時間 (時間/日)

※ T_{in} については屋上緑化部分の直下階の天井面から 1cm 程度の距離の温度を用いること。

※ A については屋上植栽の状況を月一回以上、写真等により確認し、植栽が枯死している場合には、その写真等から枯死している面積を推計し A から控除して算定すること。

※ $\text{abs}()$ については括弧内の絶対値を示す。

$$K_{BL} = \frac{1}{1/\alpha_{out} + \sum (d_{n,BL}/\lambda_{n,BL}) + 1/\alpha_{in}} \quad (\text{式 6})$$

α_{out}	屋外側熱伝達率 (W/ (m ² ・°C))
α_{in}	室内側熱伝達率 (W/ (m ² ・°C))
$d_{n,BL}$	ベースラインにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の厚さ (m)
$\lambda_{n,BL}$	ベースラインにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の熱伝導率 (W/ (m・°C))

※ α_{out} 、 α_{in} については「建築設備設計計算書作成の手引」(全国建設研修センター)における以下の値を用いること。

$$\alpha_{out} = 23 \text{ (W/ (m}^2\text{・°C))、} \alpha_{in} = 9 \text{ W/ (m}^2\text{・°C)}$$

※各種材料の熱伝導率については表 1,2 を参考に設定すること。表 1,2 に記載のない材料の場合には、JIS 規格に基づき実測すること。また、断熱目的のために空気層を設けている場合には、当該空気層についても $\lambda = 0.022$ (W/ (m・°C)) として算入すること。屋根懐や吊天井の屋根側部分など断熱目的以外の空気層については算入しないこと。

$$\text{SAT}_{BL,k} = T_{out,k} + \frac{(a_{s,BL} \times J_k - \varepsilon_{BL} \times J_{e,k})}{\alpha_{out}} \quad (\text{式 7})$$

$T_{out,k}$	プロジェクトにおける k 時の外気温度 (°C)
$a_{s,BL}$	ベースラインにおける屋上表面の部材の日射 (短波) 吸収率 (—)
ε_{BL}	ベースラインにおける屋上表面の部材の長波長吸収率 (—)
J_k	プロジェクトにおける k 時の屋上面に入射する全天日射量 (W/m ²)
$J_{e,k}$	プロジェクトにおける k 時の屋上面の実効 (夜間) 放射量 (W/m ²)
α_{out}	屋外側熱伝達率 (W/ (m ² ・°C)) (=23)

※ a_s 、 ε については表 3、図 1 を参考に値を設定すること。表 3、図 1 に記載のない材料の場合には、JIS 規格に基づき実測すること。

※ J_k 、 J_{e_k} についてはプロジェクト実施建物の所在地ごとに表4に従った地域区分のデフォルト値を使用すること。なお、地域区分については、省エネ法におけるPAL値の計算において用いられる区分を採用している。また、所在地の標高に応じて表5に基づいて修正を行うこと。

表1 各種材料の熱伝導率一覧

材料名		熱伝導率 [W/(m·K)]
セメント コンクリート レンガ	セメント・モルタル	1.5
	コンクリート	1.6
	軽量骨材コンクリート1種	0.81
	軽量骨材コンクリート2種	0.58
	軽量気泡コンクリートパネル(ALC パネル)	0.17
	普通れんが	0.62
	耐火れんが	0.99
金属類	銅	370
	アルミニウム合金	200
	鋼材	53
	鉛	35
	ステンレス鋼	15
ガラス プラスチック ゴム	フロートガラス	1.0
	アクリルガラス	0.20
	PVC(塩化ビニル)	0.17
	ポリウレタン	0.30
	シリコン	0.35
	ブチルゴム	0.24
木質系 木質繊維系	天然木材1種	0.12
	天然木材2種	0.15
	天然木材3種	0.19
	合板	0.16
	木毛セメント板	0.10
	木片セメント板	0.17
	ハードボード	0.17
	パーティクルボード	0.15
石膏	石膏ボード	0.22
	石膏プaster	0.60
壁	漆喰	0.70
	土壁	0.69
	繊維質上塗材	0.12
床材	畳床	0.11
	タイル	1.3
	プラスチック(P)タイル	0.19

出典：日本建築学会「建築設計資料集成」

表 2 各種断熱材の熱伝導率一覧

断熱材区分	断熱材の種類	熱伝導率 [W/(m·K)]
A-1 $\lambda=0.052\sim0.051$	吹込み用グラスウール(施工密度 13K、18K)	0.052
	タタミボード(15 mm)	0.052
	A 級インシュレーションボード(9 mm)	0.051
	シーリングボード(9 mm)	0.051
A-2 $\lambda=0.050\sim0.046$	住宅用グラスウール断熱材 10K 相当	0.050
	吹込み用ロックウール断熱材 25K	0.047
B $\lambda=0.045\sim0.041$	住宅用グラスウール断熱材 16K 相当	0.045
	住宅用グラスウール断熱材 20K 相当	0.042
	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板 4 号	0.043
	A種ポリエチレンフォーム保温板 1 種 1 号	0.042
	A種ポリエチレンフォーム保温板 1 種 2 号	0.042
C $\lambda=0.040\sim0.035$	住宅用グラスウール断熱材 24K 相当	0.038
	住宅用グラスウール断熱材 32K 相当	0.036
	高性能グラスウール断熱材 16K 相当	0.038
	高性能グラスウール断熱材 24K 相当	0.036
	高性能グラスウール断熱材 32K 相当	0.035
	吹込用グラスウール断熱材 30K、35K 相当	0.040
	住宅用ロックウール断熱材(マット)	0.038
	ロックウール断熱材(フェルト)	0.038
	ロックウール断熱材(ボード)	0.036
	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板 1 号	0.036
	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板 2 号	0.037
	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板 3 号	0.040
	A種押出法ポリスチレンフォーム保温板 1 種	0.040
	建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームA種 3	0.040
	A種ポリエチレンフォーム保温板 2 種	0.038
	A種フェノールフォーム保温板 2 種 1 号	0.036
	A種フェノールフォーム保温板 3 種 1 号	0.035
	A種フェノールフォーム保温板 3 種 2 号	0.035
	吹込用セルローズファイバー-25K	0.040
吹込用セルローズファイバー-45K、55K	0.040	
吹込用ロックウール断熱材 65K 相当	0.039	
D $\lambda=0.034\sim0.029$	高性能グラスウール断熱材 40K 相当	0.034
	高性能グラスウール断熱材 48K 相当	0.033
	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板特号	0.034
	A種押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種	0.034
	A種硬質ウレタンフォーム保温板 1 種	0.029
	建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームA種 1	0.032
	建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォームA種 2	0.032
	A種ポリエチレンフォーム保温板 3 種	0.034
	A種フェノールフォーム保温板 2 種 2 号	0.034
E $\lambda=0.028\sim0.023$	A種押出法ポリスチレンフォーム保温板 3 種	0.028
	A種硬質ウレタンフォーム保温板 2 種 1 号	0.023
	A種硬質ウレタンフォーム保温板 2 種 2 号	0.024
	A種硬質ウレタンフォーム保温板 2 種 3 号	0.027
	A種硬質ウレタンフォーム保温板 2 種 4 号	0.028
	A種フェノールフォーム保温板 2 種 3 号	0.028
F $\lambda=0.022$ 以下	A種フェノールフォーム保温板 1 種 1 号	0.022
	A種フェノールフォーム保温板 1 種 2 号	0.022

出典：日本建築学会「建築設計資料集成」

表 3 各種材料の日射吸収率と長波長吸収率

材料・仕上げ		日射吸収率 (a_s)	長波長吸収率 (ϵ)
非金属系	黒のアスファルト、スレート、ペイントなど	0.92	0.94
	赤色系のレンガ、タイル、コンクリート、石材など	0.73	0.90
	黄色系のレンガ、タイル、コンクリート、石材など	0.60	0.90
	白色系のレンガ、タイル、コンクリート、石材など	0.35	0.90
金属系	トタン板、磨き鉄板、鈍色の黄銅、銅、アルミニウムなど	0.53	0.25
	磨き黄銅、銅など	0.40	0.04
	よく磨いたアルミニウム、ブリキ板など	0.35	0.03
塗料	白色ペイント	0.20	0.60
	アルミニウム顔料	0.60	0.50
	Black EPDM	0.94	0.86

出典：CASBEE マニュアルより作成

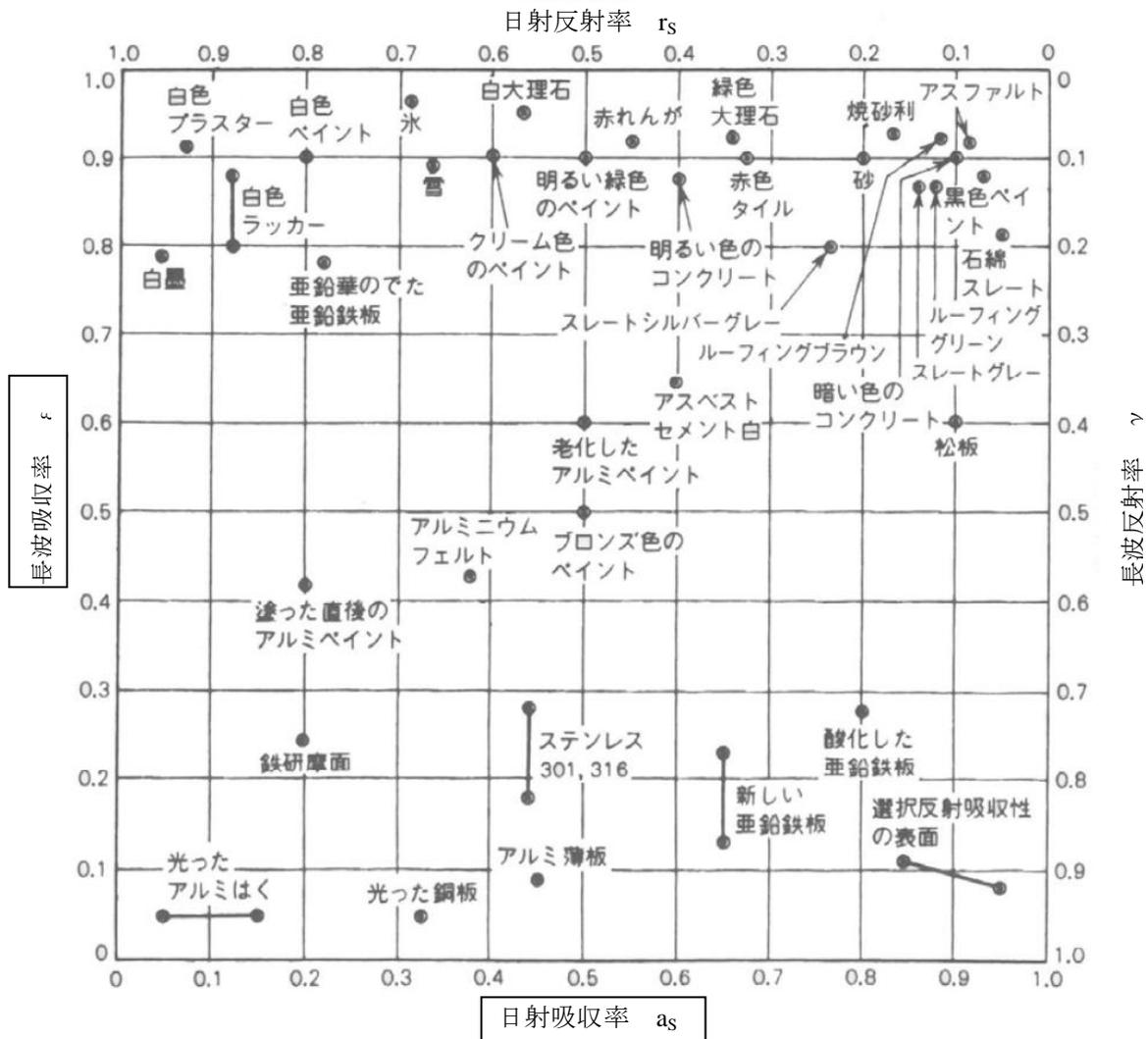


図 1 各種材料の日射吸収率と長波長吸収率
出典：日本建築学会「建築設計資料集成」

表 4 地域区分表

地域名	該 当 地 域 の 詳 細
A	北海道東部(宗谷、網走、根室、釧路、十勝、上川、空知、留萌の各支庁)
B	北海道西部(石狩、後志、胆振、日高、桧山、渡島の各支庁)
C	青森県、岩手県、秋田県
D	宮城県、山形県、福島県西部(伊達郡・安達郡・郡山市・須賀川市・岩瀬郡・南会津郡以西)
E	群馬県、栃木県、茨城県、福島県東部(相馬市・相馬郡・双葉郡・田村郡・石川郡・西白河郡以東)
F	新潟県、富山県、石川県、福井県、長野県北部(南佐久郡・北佐久郡・小県郡・東筑摩郡・北安曇郡・大町市以北)、岐阜県北部(益田郡・郡上郡以北)、京都府北部(綾部市・福知山市・夜久野町以北)、兵庫県北部(朝来郡・養父郡以北)、島根県隠岐郡
G	千葉県、埼玉県、東京都(伊豆諸島・小笠原諸島を除く)、神奈川県、山梨県、長野県南部(諏訪郡・茅野市・諏訪市・岡谷市・松本市・南安曇郡以南)
H	静岡県、東京都大島支庁・三宅支庁
I	愛知県、岐阜県南部(恵那郡・加茂郡・武儀郡・美濃市・山県郡・本巣郡・揖斐郡以南)、滋賀県、三重県北部(松阪市・一志郡以北)、奈良県(吉野郡を除く)、京都府南部(北桑田郡・船井郡・三和町以南)、淡路島を除く兵庫県南部(氷上郡・多可郡・神崎郡・宍粟郡以南)、岡山県、広島県、山口県、島根県(隠岐郡を除く)、鳥取県、長崎県対馬支庁
J	三重県南部(多気郡・飯南郡以南)、奈良県吉野郡・大阪府、和歌山県、兵庫県淡路島、香川県、徳島県、高知県、愛媛県、福岡県、佐賀県、長崎県(対馬支庁を除く)、大分県、熊本県(天草諸島を除く)
K	宮崎県、鹿児島県(屋久島・種子島以北)、熊本県天草諸島、東京都八丈支庁
L	沖縄県、鹿児島県吐噶喇列島・奄美諸島、東京都小笠原支庁

出典：IBEC「建築物の省エネルギー基準と措置の届出ガイド」

表 5 標高による地域修正表

建設地の市町村等が 属する地域	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
建設地の標高												
300m未満	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
300～600m未満	A	A	B	C	D	D	E	G	F	I	J	K
600～900m未満	A	A	A	B	C	C	D	E	D	F	I	
900～1200m未満	A	A	A	A	B	B	C	D	C	D	F	
1200m以上	A	A	A	A	A	A	B	C	B	C	D	

出典：IBEC「建築物の省エネルギー基準と措置の届出ガイド」

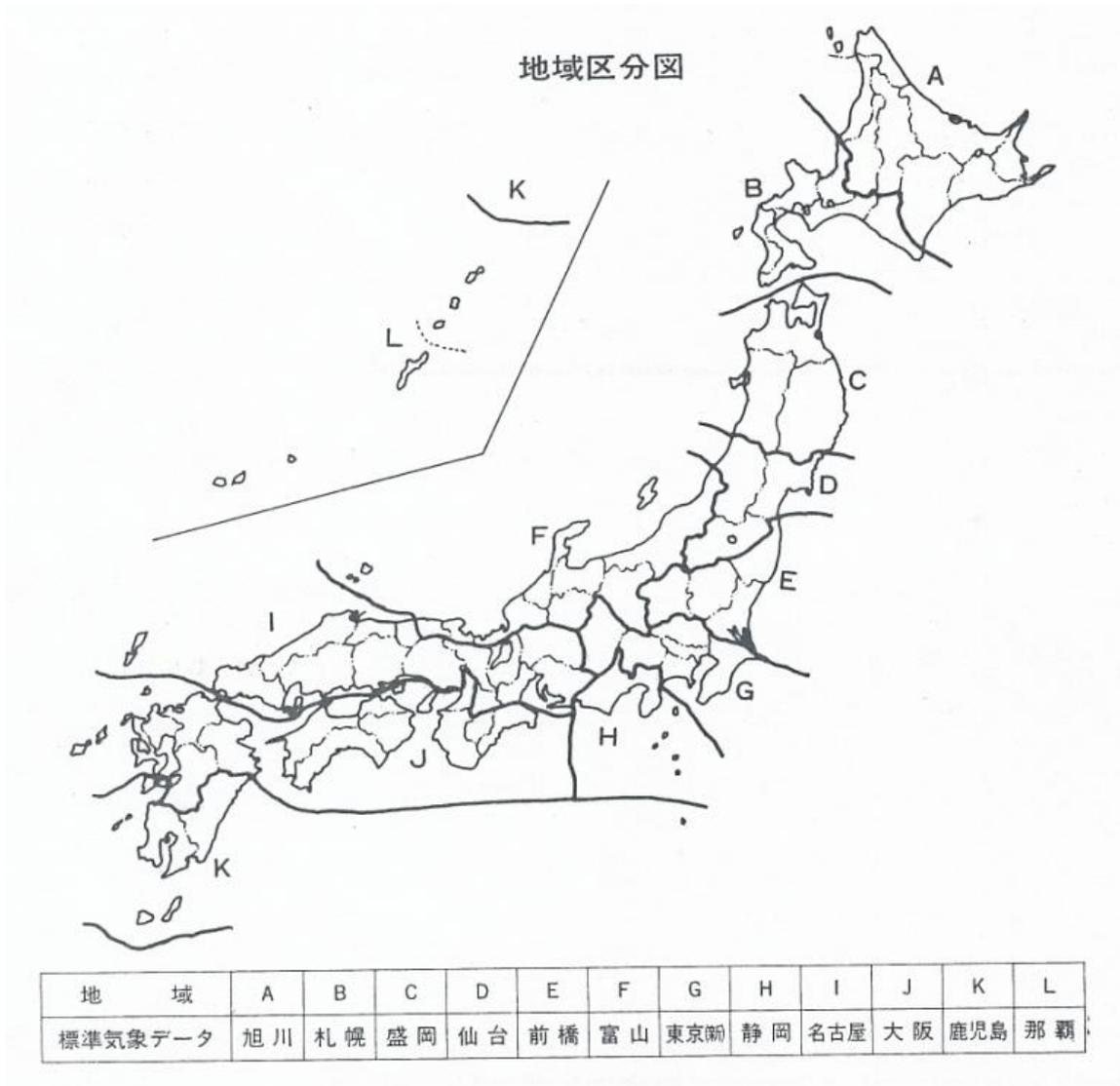


図2 地域区分図

出典：IBEC「建築物の省エネルギー基準と措置の届出ガイド」

本ページのデフォルト値は2006年の東京都の値を示しているが、最終的にはP9,10の区分ごとに平年値を設定する予定。

資料 1

東京都における全天日射量 J (W/m²) 出典：気象庁年報（2006）より作成

月 時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1.7	3.4	1.4	0	0	0	0	0
6	0	0	0.9	18.3	39.6	44.4	32.1	22.9	7.2	0.8	0	0
7	0.6	7.0	45.8	107.1	128.9	128.2	92.7	108.1	68.2	41.1	13.7	2.2
8	49.6	87.9	179.8	218.8	230.5	207.8	171.3	211.3	185.5	143.8	100.7	40.7
9	169.3	213.6	333.7	373.6	321.4	259.7	267.3	309.9	314.2	267.7	215.3	150.7
10	281.1	306.6	469.5	443.2	413.7	294.9	325.4	446.3	364.2	381.3	317.1	247.1
11	366.4	375.5	550.5	496.0	463.6	358.5	369.6	510.1	403.3	450.3	369.5	315.8
12	391.7	423.4	603.4	499.3	504.5	416.5	366.0	563.0	425.1	449.9	401.9	350.9
13	391.0	423.0	552.2	487.0	531.7	453.4	338.5	559.3	399.9	430.4	371.6	335.9
14	339.1	354.5	485.8	470.5	496.8	411.1	324.2	507.3	343.8	352.3	304.4	274.3
15	252.2	254.8	389.6	380.3	414.0	329.6	259.7	403.3	263.9	260.5	193.8	189.4
16	132.2	148.3	251.3	294.7	283.2	269.0	205.7	293.5	170.3	131.0	81.6	77.5
17	26.3	52.0	107.7	150.1	165.1	148.6	133.7	170.1	81.2	34.9	7.7	4.7
18	0	2.0	17.2	42.8	59.0	75.4	53.3	60.9	16.5	0.1	0	0
19	0	0	0	1.3	5.9	12.9	11.5	5.2	0.1	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

東京都における実効（夜間）放射量 J_e (W/m²) 出典：気象庁年報（2006）より作成

月 時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	83.2	71.3	73.0	65.1	50.5	35.8	30.1	36.9	44.5	51.0	65.9	77.7
1	87.9	73.0	73.8	65.7	50.5	35.3	30.4	36.3	44.7	51.4	66.5	73.3
2	88.9	74.3	74.8	66.4	50.2	34.9	30.7	35.9	45.0	51.4	67.3	73.2
3	86.7	75.8	75.5	67.7	50.2	34.5	30.9	35.5	45.6	51.8	68.4	73.1
4	86.0	76.1	75.3	66.2	50.7	35.7	30.5	36.0	45.2	52.1	68.3	72.8
5	85.5	76.7	75.2	64.6	51.6	36.9	30.0	36.6	45.2	52.3	67.9	72.8
6	84.9	78.3	75.4	63.2	52.7	38.2	29.5	36.8	45.5	53.0	67.7	73.1
7	84.7	75.8	77.6	64.7	52.9	37.6	30.0	37.4	47.1	54.7	70.5	72.6
8	85.5	74.4	80.5	66.0	53.5	37.3	30.6	38.2	49.1	56.8	73.7	72.3
9	86.7	73.1	83.8	66.9	54.0	36.7	31.5	39.5	51.5	59.3	77.7	73.1
10	86.9	74.0	81.7	65.8	55.0	37.6	31.8	40.6	50.0	60.0	76.6	74.7
11	86.8	74.6	79.2	63.7	55.3	38.5	31.8	42.2	48.4	60.8	74.9	76.4
12	85.9	75.5	76.7	61.9	56.7	39.3	31.4	43.2	46.9	61.1	73.1	78.1
13	87.5	75.6	77.6	63.2	55.6	40.2	31.8	44.0	45.5	62.9	71.9	80.3
14	88.7	75.7	78.5	65.1	55.5	42.0	31.9	44.3	44.3	63.2	71.4	81.8
15	89.7	75.0	77.8	66.9	54.6	42.4	31.9	42.5	42.8	63.4	68.9	83.4
16	88.5	74.1	76.6	66.0	52.2	41.4	31.1	42.8	42.3	63.4	65.9	81.1
17	86.8	73.5	75.5	64.4	50.0	40.3	30.9	42.3	42.5	63.0	62.3	78.6
18	85.1	72.4	74.2	62.8	48.0	38.7	30.5	42.4	43.8	63.2	59.0	76.1
19	84.7	70.2	73.9	62.2	48.3	38.2	29.9	41.1	43.2	58.7	61.6	76.8
20	84.2	68.0	74.4	61.4	49.6	37.7	29.8	40.1	43.1	55.1	63.3	77.2
21	84.0	67.1	74.8	60.4	50.7	37.4	29.6	38.8	43.1	52.1	65.5	77.0
22	84.0	68.4	75.1	61.3	50.5	36.4	29.8	38.0	43.4	52.0	65.7	76.0
23	84.4	69.7	75.6	62.4	50.0	35.6	30.1	37.4	43.9	52.1	65.6	75.6

※（式5）における t について、例えば 9:45 に稼働開始するような場合も考えられる。そのため、（式7）の J_k、J_{e_k} には各時刻の 29 分までは t 時、30 分以降は t+1 時の値を使用すること。

6. プロジェクト排出量の算定

6.1 プロジェクト排出量

$$PE_y = PE_{空,y} + PE_{維,y} \quad (式 8)$$

$PE_{空,y}$ プロジェクトにおける空調設備のエネルギー消費に伴う年間 CO2 排出量 (tCO2/年)

$PE_{維,y}$ 屋上緑化による植栽の維持管理設備のエネルギー消費に伴う年間 CO2 排出量 (tCO2/年)

6.1.1 空調設備のエネルギー消費に伴う年間 CO2 排出量

$$PE_{空,y} = PEC_{空,y} \times CEF_{電,y} + PFC_{空,y} \times CV_{空,化,y} \times CEF_{空,化,y} \quad (式 9)$$

$PEC_{空,y}$ プロジェクトにおける屋上からの熱流量の処理に相当する空調設備の年間電力使用量 (MWh/年)

$PFC_{空,y}$ プロジェクトにおける屋上からの熱流量の処理に相当する空調設備の年間化石燃料消費量 (重量単位/年 or 体積単位/年)

$CEF_{空,電,y}$ 空調設備で使用される電力の CO2 排出係数 (tCO2/MWh)

$CEF_{空,化,y}$ 空調設備で使用される化石燃料の CO2 排出係数 (tCO2/GJ)

$CV_{空,化,y}$ 空調設備で使用される化石燃料の単位発熱量 (GJ/重量単位 or GJ/体積単位)

$$PEC_{空,y} = \sum_{k=1}^N Q_{PJ,k} \div \eta_{電} \quad (式 10)$$

$$PFC_{空,y} = \sum_{k=1}^N Q_{PJ,k} \div \eta_{化} \quad (式 11)$$

Q_{PJ} プロジェクトにおける各日の天井面からの熱流量 (kWh/日)

$\eta_{電}$ プロジェクトにおける空調設備の電力消費効率 (COP、APF、ボイラ効率等)

$\eta_{化}$ プロジェクトにおける空調設備の化石燃料消費効率 (COP、APF、ボイラ効率等)

N 年間空調稼働日数 (日/年)

$$Q_{PJ} = K_{PJ} \times \sum_{k=t}^{t+t'} (\text{abs}(SAT_{PJk} - T_{k,in})) \times A \times 10^{-6} \quad (式 12)$$

K_{PJ} プロジェクトにおける天井及び屋根の熱貫流率 (W/ (m²・°C))

SAT_{PJ} プロジェクトにおける屋上面付近の相当外気温度 (°C)

T_{in} プロジェクトにおける天井面付近の室内温度 (°C)

A 屋上緑化面積 (m²)

t プロジェクトにおける空調設備の稼働開始時刻 (-)

t' プロジェクトにおける空調設備の稼働時間 (時間/日)

$$K_{PJ} = \frac{1}{1/\alpha_{out} + \sum (d_{n,PJ}/\lambda_{n,PJ}) + 1/\alpha_{in}} \quad (式 13)$$

α_{out} 屋外側熱伝達率 (W/ (m²・°C))

α_{in} 室内側熱伝達率 (W/ (m²・°C))

$d_{n,PJ}$ プロジェクトにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の厚さ (m)

$\lambda_{n,PJ}$ プロジェクトにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の熱伝導率 (W/ (m・°C))

※各種材料の熱伝導率については表 1,2 を基に設定すること。表 1,2 に記載のない材料の場合には、JIS 規格に基づき実測すること。なお、緑化に用いる部材に関しても同様に実測により把握すること。

$$SAT_{PJ,k} = T_{out,k} + \frac{(a_{s,PJ} \times J_k - \varepsilon_{PJ} \times J_{e,k})}{\alpha_{out}} \quad (\text{式 1 4})$$

$T_{out,k}$	プロジェクトにおける k 時の外気温度 (°C)
$a_{s,PJ}$	プロジェクトにおける屋上表面の部材の日射 (短波) 吸収率 (-)
ε_{PJ}	プロジェクトにおける屋上表面の部材の長波長吸収率 (-)
J_k	プロジェクトにおける k 時の屋上面に入射する全天日射量 (W/m ²)
$J_{e,k}$	プロジェクトにおける k 時の屋上面の実効 (夜間) 放射量 (W/m ²)
α_{out}	屋外側熱伝達率 (W / (m ² ・°C)) (=23)

※ a_s 、 ε については表 3、図 1 を参考に値を設定すること。表 3、図 1 に記載のない材料の場合には、JIS 規格に基づき実測値を用いること。

6.1.2 屋上植栽の維持管理設備のエネルギー消費に伴う年間 CO2 排出量

$$PE_{\text{維,y}} = PEC_{\text{維,y}} \times CEF_{\text{電,y}} + PFC_{\text{維,y}} \times CV_{\text{維,化,y}} \times CEF_{\text{維,化,y}} \quad (\text{式 1 5})$$

$PEC_{\text{維,y}}$	屋上植栽の維持管理設備の年間電力使用量 (MWh/年)
$PFC_{\text{維,y}}$	屋上植栽の維持管理設備の年間化石燃料使用量 (重量単位/年 or 体積単位/年)
$CEF_{\text{維,電,y}}$	屋上植栽の維持管理設備で消費される電力の CO2 排出係数 (tCO2/MWh)
$CEF_{\text{維,化,y}}$	屋上植栽の維持管理設備で消費される化石燃料の CO2 排出係数 (tCO2/GJ)
$CV_{\text{維,化,y}}$	屋上植栽の維持管理設備で消費される化石燃料の単位発熱量 (GJ/重量単位 or GJ/体積単位)

※維持管理設備のエネルギー消費量のカタログ値に年間の稼働時間 (t^h) を乗じることと簡易的に算出することも可能とする。

7. モニタリング (具体的なモニタリング方法及びここに掲げていないパラメータについては、別途作成される「オフセット・クレジット (J-VER) モニタリング方法ガイドライン (以下、MRG)」を参照のこと)

モニタリングが必要なパラメータ、その測定方法例と測定頻度は、下表のとおりである。計量器の校正頻度に関しては各メーカーの推奨に従うこと。

なお、下表に記載した測定頻度を上回る頻度で測定した場合には、下記いずれかの方法を選択する。

- ① 測定した頻度毎に算定する
- ② 下表に記載した測定頻度毎に平均値をとる

<電力>

電力の消費量

パラメータ	$PEC_{\text{維,y}}$: 屋上植栽の維持管理設備で消費される年間電力使用量 (MWh/年)
測定方法例	・計量器 (電力量計等) を用いて測定する。または、購入伝票を使用する。
測定頻度	原則月 1 回以上
MRG 該当項	2.2 「電力の使用」

電力の CO2 排出係数

パラメータ	CEF _{空,電,y} : 空調設備で消費される電力の CO2 排出係数 (tCO2/MWh)
	CEF _{維,電,y} : 屋上植栽の維持管理設備で消費される電力の CO2 排出係数 (tCO2/MWh)
測定方法例	「オフセット・クレジット (J-VER) 制度における温室効果ガス算定用デフォルト値一覧」を参照すること。
測定頻度	検証時において最新のものを使用する。詳細については「オフセット・クレジット (J-VER) 制度における温室効果ガス算定用デフォルト値一覧」を参照すること。
MRG 該当項	2.2 「電力の使用」

<化石燃料>

化石燃料の消費量

パラメータ	PFC _{維,y} : 屋上植栽の維持管理設備の年間化石燃料使用量 (重量単位/年 or 体積単位/年)
測定方法例	購入伝票を使用する。又は、計量器 (燃料計等) を用いて測定する。
測定頻度	原則月 1 回以上
MRG 該当項	2.1 「燃料の使用」

化石燃料の単位発熱量

パラメータ	CV _{空,化,y} : 空調設備で消費される化石燃料の単位発熱量 (GJ/重量単位 or GJ/体積単位)
	CV _{維,化,y} : 屋上植栽の維持管理設備で消費される化石燃料の単位発熱量 (GJ/重量単位 or GJ/体積単位)
測定方法例	デフォルト値又は供給会社等による成分分析結果を適用する。または、自ら JIS に基づき測定する。なお、高位又は低位への換算が必要な場合には、以下の換算方法を用いること。 石炭、石油 : 低位発熱量 = 高位発熱量 × 0.95 天然ガス : 低位発熱量 = 高位発熱量 × 0.90 デフォルト値を使用する場合は、「オフセット・クレジット (J-VER) 制度における温室効果ガス算定用デフォルト値一覧」に記載されている単位発熱量を適用すること。
測定頻度	<ul style="list-style-type: none"> 固体燃料の場合：100t 未満はデフォルト値を適用可能であり、必ずしも測定する必要はない。100t 以上は仕入れ単位毎に 1 回以上。 液体・気体燃料の場合：デフォルト値を適用可能であり、必ずしも測定する必要はない。 複数の化石燃料が同時に使用されている場合は、ある化石燃料 i について、化石燃料の使用実績と単位発熱量から、熱源設備で発生する熱量の按分割合 (燃料別貢献割合 r_i) を決定し、各化石燃料の単位発熱量 CV_i に燃料別貢献割合を乗じ、足し合わせたものを熱源設備で使用する化石燃料の CO2 排出係数とする。 $CV_{化,y} = \sum CV_i \times r_i$
MRG 該当項	2.1 「燃料の使用」

化石燃料の CO2 排出係数

パラメータ	CEF _{空,化,y} : 空調設備で使用される化石燃料の CO2 排出係数 (tCO2/GJ)
	CEF _{維,化,y} : 屋上植栽の維持管理設備で消費される化石燃料の CO2 排出係数 (tCO2/GJ)

測定方法例	<p>デフォルト値又は供給会社等による成分分析結果を適用する。または、自ら JIS に基づき測定する。なお、高位又は低位への換算が必要な場合には、以下の換算方法を用いること。</p> <p>石炭、石油 : 低位発熱量ベースの排出係数 = 高位発熱量ベースの排出係数 ÷ 0.95</p> <p>天然ガス : 低位発熱量ベースの排出係数 = 高位発熱量ベースの排出係数 ÷ 0.90</p> <p>デフォルト値を使用する場合は、「オフセット・クレジット (J-VER) 制度における温室効果ガス算定用デフォルト値一覧」に記載されている排出係数を適用すること。</p>
測定頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 固体燃料の場合：100t 未満はデフォルト値を適用可能であり、必ずしも測定する必要はない。100t 以上は仕入れ単位毎に 1 回以上。 ・ 液体・気体燃料の場合：デフォルト値を適用可能であり、必ずしも測定する必要はない。 ・ 複数の化石燃料が同時に使用されている場合は、ある化石燃料 i について、化石燃料の使用実績と単位発熱量から、熱源設備で発生する熱量の按分割合 (燃料別貢献割合 r_i) を決定し、各化石燃料の CO2 排出係数 CEF_i に燃料別貢献割合を乗じ、足し合わせたものを熱源設備で使用する化石燃料の CO2 排出係数とする。 $CEF_{化,y} = \sum CEF_i \times r_i$
MRG 該当項	2.1 「燃料の使用」

<その他>

温度

パラメータ	<p>T_{in} : プロジェクトにおける屋上緑化部分の直下階における天井面付近の室内温度 (°C)</p> <p>T_{out} : プロジェクトにおける外気温度 (°C)</p>
測定方法例	温度計を用いて連続的に計測する。
測定頻度	連続計測
MRG 該当項	—

部材の厚さ

パラメータ	<p>$d_{n,BL}$: ベースラインにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の厚さ (m)</p> <p>$d_{n,PJ}$: プロジェクトにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の厚さ (m)</p>
測定方法例	設計図書等を用いて面積を設定する。
測定頻度	モニタリング時に一回
MRG 該当項	—

熱伝導率

パラメータ	<p>$\lambda_{n,BL}$: ベースラインにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の熱伝導率 (W/ (m・°C))</p> <p>$\lambda_{n,PJ}$: プロジェクトにおける屋根-天井構成部材の n 番目の部材の熱伝導率 (W/ (m・°C))</p>
測定方法例	<p>表 1, 2 に掲げる値以外を用いる場合には、JIS 規格 (JIS A 1412) に基づき実測により測定すること。</p> <p>※含水率により値が変動するが、絶乾時の値を測定し算定に用いること。</p>
測定頻度	モニタリング時に一回。ただし、使用する部材の測定が過去に行われており、当該部材と同一素材でありかつ同一の製造者によって製造された部材

	を用いる場合には、モニタリングは不要とする。
MRG 該当項	—

日射吸収率

パラメータ	$a_{s,BL}$: ベースラインにおける屋上表面の部材の日射 (短波) 吸収率 (—) $a_{s,PJ}$: プロジェクトにおける屋上表面の部材の日射 (短波) 吸収率 (—)
測定方法例	表 3 に掲げる値以外を用いる場合には、JIS 規格 (JIS R 3106、JIS K 5602) に基づき実測により測定すること。 ※含水率により値が変動するが、絶乾時の値を測定し算定に用いること。
測定頻度	モニタリング時に一回。ただし、使用する部材の測定が過去に行われており、当該部材と同一素材でありかつ同一の製造者によって製造された部材を用いる場合には、モニタリングは不要とする。
MRG 該当項	—

長波長吸収率

パラメータ	ϵ_{BL} : ベースラインにおける屋上表面の部材の長波長吸収率 (—) ϵ_{PJ} : プロジェクトにおける屋上表面の部材の長波長吸収率 (—)
測定方法例	表 3 に掲げる値以外を用いる場合には、JIS 規格 (JIS A 1423) に基づき実測により測定すること。 ※含水率により値が変動するが、絶乾時の値を測定し算定に用いること。
測定頻度	モニタリング時に一回。ただし、使用する部材の測定が過去に行われており、当該部材と同一素材でありかつ同一の製造者によって製造された部材を用いる場合には、モニタリングは不要とする。
MRG 該当項	—

面積

パラメータ	A : 屋上緑化面積 (㎡)
測定方法例	設計図書等を用いて面積を設定する。
測定頻度	モニタリング時に一回
MRG 該当項	—

稼働時間

パラメータ	t : プロジェクトにおける空調設備の稼働開始時刻 (—) t' : プロジェクトにおける空調設備の稼働時間 (時間/日) t'' : 屋上植栽の維持管理設備の稼働時間 (時間/年)
測定方法例	エネルギーモニター等の計測機器を用いた実測を行う。 実測ができない場合は、業務時間、使用時間等の妥当性および保守性のある管理データ、推定データを用いる。 また、保守性を考慮した使用時間 (オフィスにおける定時など) を予め設定し、1 日又は年間の稼働時間を事前に固定化することも可能とする。
測定頻度	日 1 回
MRG 該当項	—

稼働時間

パラメータ	N : 空調設備の年間稼働日数 (日/年)
測定方法例	エネルギーモニター等の計測機器を用いた実測を行う。 実測ができない場合は、業務時間、使用時間等の妥当性および保守性のある管理データ、推定データを用いる。 また、保守性を考慮した使用日数を予め設定し、事前に固定化することも可能とする。

	可能とする。
測定頻度	年 1 回
MRG 該当項	—

エネルギー転換効率

パラメータ	$\eta_{電}$ ：空調設備の電力消費効率
測定方法例	<p>「COP」については、原則として①の方法を採用すること。ただし、何らかの理由によりそれが困難な場合には、②か③いずれかの方法を選択することができる。ただし、$\eta_{電,PJ}$ で②あるいは③の方法を採用した場合は、$\eta_{電,BL}$ で①の方法を選択してはならない。</p> <p>①冷房能力または冷暖房能力及び消費エネルギーを実測し、COP を算定する</p> <p>②メーカーの作成するカタログ値に記載される COP を利用する</p> <p>③設備仕様の定格能力を定格エネルギー使用量で除して COP を算定する</p> <p>「APF」については、原則として①の方法を採用すること。ただし、何らかの理由によりそれが困難な場合には、②の方法を選択することができる。</p> <p>①（冷房期間中に発揮した能力の総和＋暖房期間中に発揮した能力の総和）及び（冷房期間中の消費電力の総和＋暖房期間中の消費電力の総和）を実測し、APF を算定する</p> <p>②メーカーの作成するカタログ値に記載される APF を利用する</p> <p>「ボイラ効率」については、原則として①の方法を採用すること。ただし、何らかの理由によりそれが困難な場合には、②か③いずれかの方法を選択することができる。</p> <p>①使用化石燃料量及び発生熱量を実測し、JIS に基づき熱交換効率を計算する</p> <p>②「オフセット・クレジット（J-VER）制度における温室効果ガス算定用デフォルト値一覧」のボイラ効率一覧表に基づき、プロジェクトでの使用ボイラが該当するボイラの種類の最低ボイラ効率値を選択する （例：丸ボイラ（炉筒煙管ボイラ）の場合 90%=0.9）</p> <p>③ボイラ効率を 100%=1.0 とする</p>
測定頻度	年 1 回以上
MRG 該当項	—

パラメータ	$\eta_{化}$ ：空調設備の化石燃料消費効率
測定方法例	<p>「COP」については、原則として①の方法を採用すること。ただし、何らかの理由によりそれが困難な場合には、②か③いずれかの方法を選択することができる。</p> <p>①冷房能力または冷暖房能力及び消費エネルギーを実測し、COP を算定する</p> <p>②メーカーの作成するカタログ値に記載される COP を利用する</p> <p>③設備仕様の定格能力を定格エネルギー使用量で除して COP を算定する</p> <p>「APF」については、原則として①の方法を採用すること。ただし、何らかの理由によりそれが困難な場合には、②の方法を選択することができる。</p> <p>①（冷房期間中に発揮した能力の総和＋暖房期間中に発揮した能力の総和）及び（冷房期間中の消費電力の総和＋暖房期間中の消費電力の総和）を実測し、APF を算定する</p> <p>②メーカーの作成するカタログ値に記載される APF を利用する</p>

測定頻度	年 1 回以上
MRG 該当項	—

屋上植栽が枯死していないことを示す項目

パラメータ	屋上植栽の状況 屋上植栽が枯死した場合、排出削減量の算定時に利用する物性値が変化するため、正確な算定を行うことができない。そのため、屋上植栽が枯死することの無いよう適切に維持管理を行い、J-VER 発行対象期間中に屋上植栽が枯死していないことを、写真等を用いて合理的に説明すること。 また、植栽の枯死が認められる場合にはその面積を写真等から推計し、控除して算定すること。
測定方法例	・屋上緑化対象部分の全体が把握できるような写真等を撮影する
測定頻度	月 1 回以上
MRG 該当項	—

なお、モニタリング方法ガイドラインに記載されていない独自手法またはデータを用いてモニタリングする場合は、その方法を採用する合理的根拠やデータの出典をモニタリングプランに提示しなければならない。

別添資料 1：妥当性確認にあたって準備が必要な資料一覧

【屋上緑化による空調の省エネルギー（E***）】

資料番号	資料の内容
	プロジェクト計画書 ----- プロジェクト計画書別紙（モニタリング計画）
添付資料	プロジェクト計画書で引用・参照している証拠等の資料
資料 1	プロジェクト代表事業者、その他プロジェクト参加者のパンフレット等
資料 2	プロジェクト実施場所に関する書類 ・建物の所在地と建物内の照明設置場所が分かる資料
資料 3	屋上緑化対象面積が分かる図面等 ・設計図書等
資料 4	プロジェクトで導入する屋上緑化に用いる部材の物性値を示す書類 ・熱伝導率、日射吸収率、長波長吸収率等のデフォルト値の無いもの
資料 5	屋上緑化対象面積および天井-屋根を構成する部材の種類や厚さが分かる図面等 ・設計図書等
資料 6	植栽が枯死していないことを示す書類 ・屋上緑化対象部分全体が把握できる写真等
資料 7	プロジェクトで使用する空調設備の仕様書等 ・機器のパンフレットなど空調設備の効率が把握できるもの
資料 8	【屋上で植物等を栽培し販売する場合】 【補助金を受給している場合】 投資改修年数の計算方法と、計算に用いたデータを示す書類 ・栽培する作物の種類およびその売上が分かる資料（売上傳票等） ・初期投資額（屋上緑化の施工費用、補助金額）及び、運転経費（維持管理費用、人件費等）、経済的メリット（想定される年間エネルギー削減量、エネルギー単価）の根拠を示し、計算方法を示した上で、投資回収年数を算出する。
資料 S※	【補助金を受給している場合】補助金交付通知書（または同等の資料）

注)「※」のついた資料に限り、プロジェクト計画書提出の時点で資料を準備できない場合は、準備状況を示す資料提出により代替することができ、意見募集（パブリックコメント）に付す必要はありません。ただし、妥当性確認機関の提出要求があった場合はそれに従ってください。