

平成25年12月25日に、本ガイドラインを再構成した「低炭素まちづくり実践ハンドブック」を発出したことに伴い廃止

低炭素都市づくりガイドライン

【資料編】

平成 23 年 8 月

国土交通省 都市局

低炭素都市づくりガイドライン【資料編】

目次

序 資料編の役割と使い方	-----資-序-1
＜第Ⅰ編 低炭素都市づくりの考え方＞に関する資料	
4-2 本ガイドラインによるCO ₂ 排出量・吸収量の推計と目標値設定の手順	----資-I-1
＜第Ⅱ編 低炭素都市づくりの方法＞に関する資料	
2-2 都市施策として取り組むエネルギー利用の対策	-----資-II-1
＜第Ⅲ編 低炭素都市づくり方策の効果分析方法＞に関する資料	
序章 都市の低炭素施策評価の基本的考え方	-----資-Ⅲ-1
序-1 施策の選択と評価、削減目標の設定	-----資-Ⅲ-1
序-2 都市政策に関連するCO ₂ 排出量削減目標設定の考え方	-----資-Ⅲ-2
序-3 基準年及び目標年のBAUの排出量推計の考え方	-----資-Ⅲ-5
第1章 交通・都市構造分野	-----資-Ⅲ-11
1-1 対策評価の基本的考え方	-----資-Ⅲ-12
1-2 パーソントリップ調査データを用いた算定手法	-----資-Ⅲ-15
1-3 センサス0D調査データを用いた算定手法	-----資-Ⅲ-18
1-4 特定個別施策の評価	-----資-Ⅲ-25
1-5 目標設定の考え方	-----資-Ⅲ-28
第2章 エネルギー分野	-----資-Ⅲ-29
2-1 対策評価の基本的考え方	-----資-Ⅲ-30
2-2 低炭素対策の削減効果	-----資-Ⅲ-32
2-3 CO ₂ 排出量の算定方法	-----資-Ⅲ-34
2-3-1 建物用途別エネルギー負荷原単位を用いて算出する方法	-----資-Ⅲ-34
2-3-2 建物用途別CO ₂ 排出量原単位を用いて算出する方法	-----資-Ⅲ-50
2-4 目標設定の考え方	-----資-Ⅲ-59
第3章 みどり分野	-----資-Ⅲ-61
3-1 対策評価の基本的な考え方	-----資-Ⅲ-62
3-2 対策評価の方法	-----資-Ⅲ-64
3-3 評価結果の活用	-----資-Ⅲ-68

<第 I 編 低炭素都市づくりの考え方>に関する資料

第 I 編に関する資料

4-2 本ガイドラインによる CO₂ 排出量・吸収量の推計と目標値設定の手順〔I-27～I-34〕

(2) 方策（案）の作成〔I-27〕

【補足資料】

「方策（案）の作成」については、自然的社会的条件が類似した他都市の CO₂ 排出状況と、その都市における施策の取組状況が参考になると思われるので、都市規模・気候特性と産業特性別に都市の CO₂ 排出状況をグラフ化した。

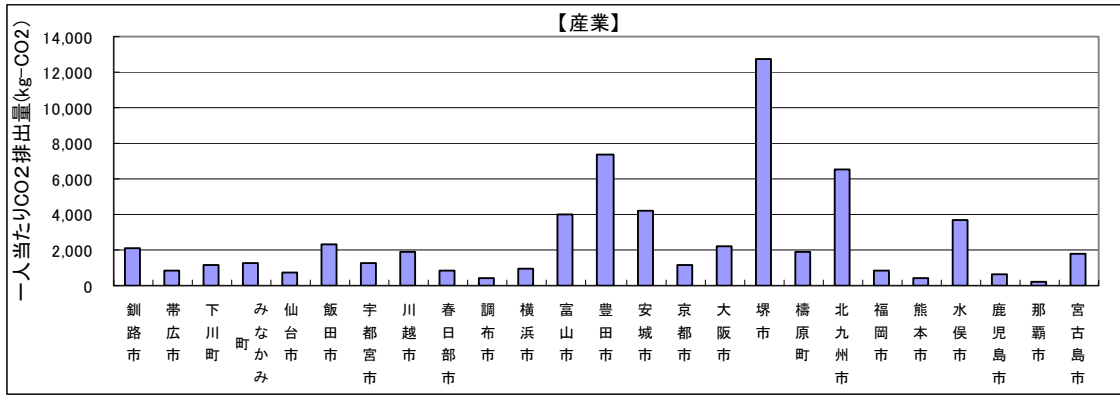
なお、図中で自然的社会的条件が類似した都市を選択すれば、該当する都市の施策を参照可能であるが、都市の特性等に応じて施策の導入効果に違いが生じることに留意する必要がある。

表 次頁で示した都市の人口

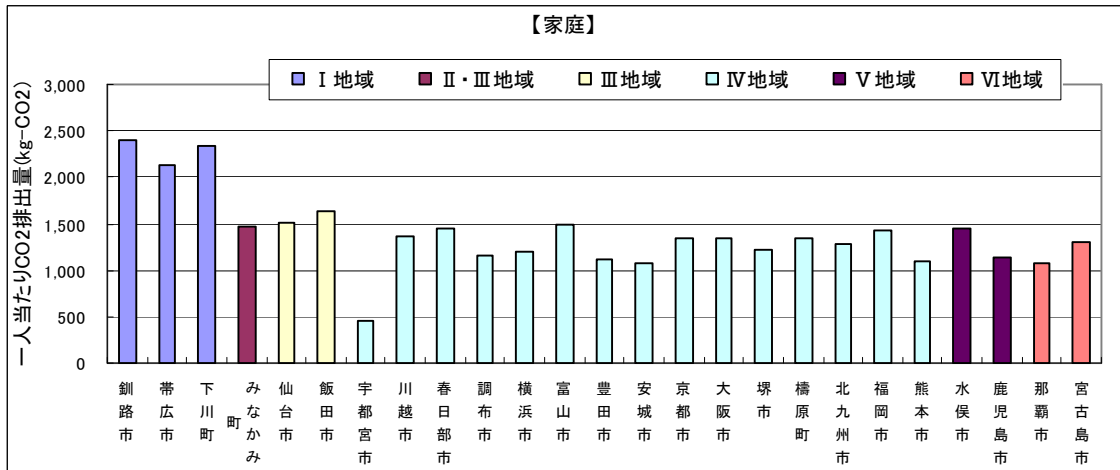
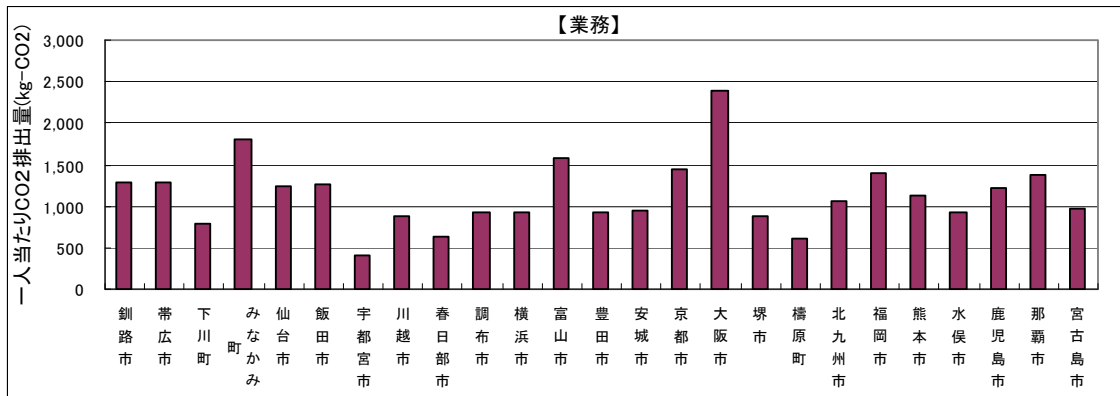
市区町村	人口
釧路市	181,515
帯広市	170,586
下川町	4,146
みなかみ町	23,303
仙台市	1,024,947
飯田市	108,628
宇都宮市	457,557
川越市	333,765
春日部市	238,499
調布市	216,146
横浜市	3,579,133
富山市	421,156
豊田市	412,131
安城市	170,237
京都市	1,474,764
大阪市	2,628,776
堺市	831,111
橿原町	4,625
北九州市	993,483
福岡市	1,400,621
熊本市	669,541
水俣市	29,119
鹿児島市	604,387
那覇市	312,308
宮古島市	53,480

(平成 17 年国勢調査)

図 産業特性とCO₂排出状況（一人当たり排出量、例示）



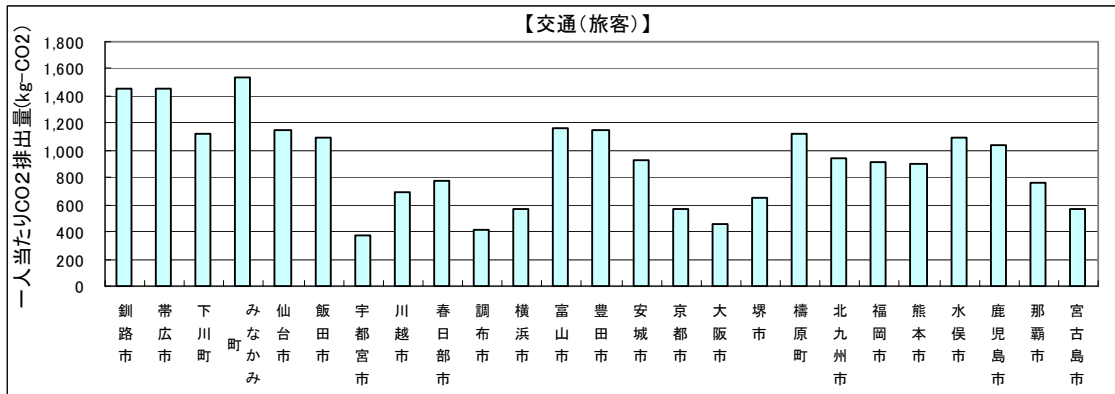
業務系ビルの省エネルギー対応や、ビルにおけるエネルギー消費などの状況を分析し、施策を検討することが重要である。



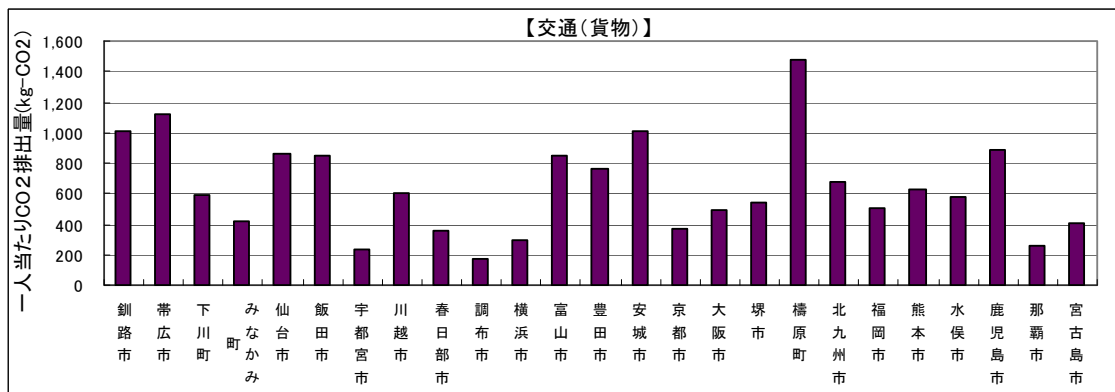
全国842地点のアメダス観測地点における暖房度日(D18-18)を基にした暖房度日の等高線による境界線を指標とした市区町村別の区分(6類型)

I地域	3500以上	寒
II地域	3000以上、3500未満	↑
III地域	2500以上、3000未満	
IV地域	1500以上、2500未満	
V地域	500以上、1500未満	↓
VI地域	500未満	暖

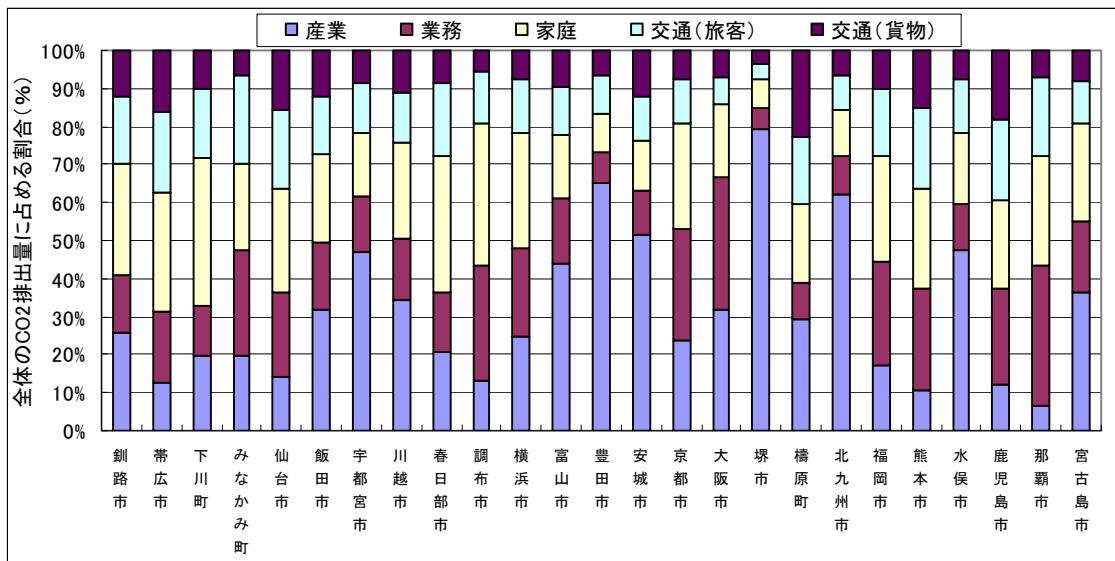
都市における人口の分布状況、公共交通機関の整備状況、交通機関別の交通量などから CO₂ 排出状況を分析し、施策を検討することが重要である。



物資流動状況、貨物の積載状況などから、CO₂ 排出状況を分析し、施策を検討することが重要である。



都市全体の CO₂ 排出量に占める部門毎の割合を見ると、産業活動が活発な都市においては、産業部門の割合が高く、都市活動に関連が深い業務、家庭、交通部門の割合が相対的に低い都市も見られる。このような場合には、都市施策による CO₂ 排出削減量が比較的大きい場合にも、都市全体の CO₂ 排出量削減目標に対する貢献度があまり大きくならないこともあり得るので、留意が必要である。



図は「環境自治体白書 2007年版」のデータをもとに作成

<第Ⅱ編 低炭素都市づくりの方法>に関する資料

第Ⅱ編に関する資料

2-2 都市施策として取り組むエネルギー利用の対策〔Ⅱ-43～56〕

(1) エネルギー負荷を削減するための対策例〔Ⅱ-44〕

①老朽建築物の面的な建替え

■概要

老朽化した建物の建替えにあたっては、新しい建物の高断熱化と高効率な建築設備を導入することで、建物の省エネルギー性能が向上し、CO₂ 排出量の削減を図ることができる。

市街地再開発事業や土地区画整理事業、民間の都市開発事業などによる面的な都市機能の更新・集約化は、建物の省エネルギー性能向上に加えて、(2) ①のエネルギーの面的利用の契機にもなる。

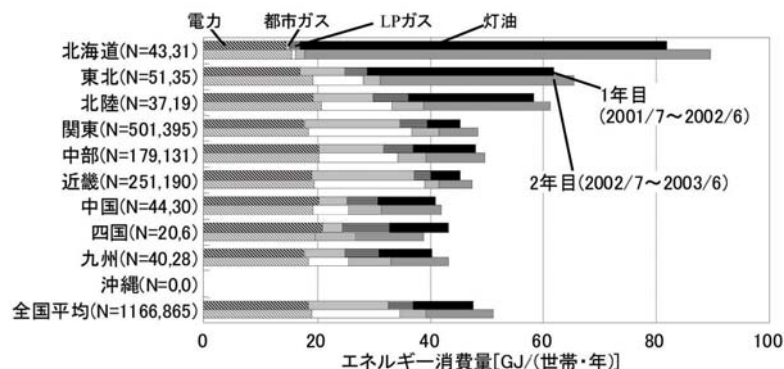
集約型都市構造の形成に向けた都市機能の集約化は、エネルギー利用の効率化にもつながる。マンション等の集合住宅は、戸建住宅に比べて、一戸当たりのエネルギー消費量は少ないことから、集約化による建物の省エネルギー効果は高い。

【補足資料】

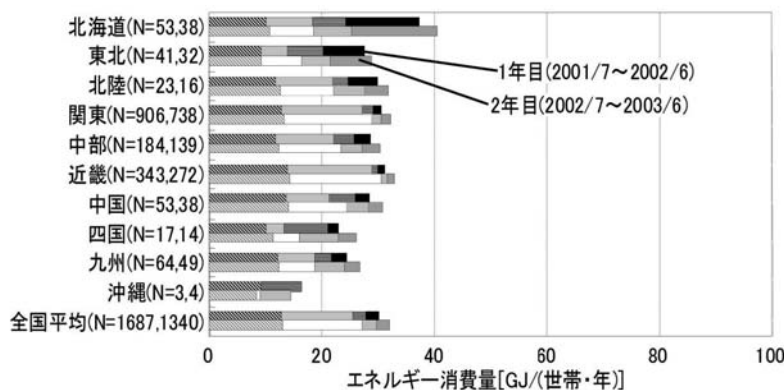
■期待される効果

戸建住宅と集合住宅の世帯当たりのエネルギー消費の差異は以下の図のようになっており、集合住宅の方が世帯あたりのエネルギー消費量が小さい傾向がある。

【戸建住宅】



【集合住宅】



※本調査（「日本の住宅におけるエネルギー消費」日本建築学会、2006.10）での全国平均のエネルギー消費量は、38～40GJ/世帯・年（9.1～9.6Gcal/世帯・年）、床面積当りの全国平均は450MJ/m²・年程度、集合住宅の消費量は、全国平均では戸建て住宅の6割程度、寒冷地（北海道・東北・北陸）で5割程度、その他は6～7割であった。

建物のエネルギー負荷削減	◎	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

②エリア・エネルギー・マネジメント・システム（AEMS）

既成市街地では建物建替えや再開発等の機会がないと設備機器更新は進みにくい。(2) ①b. の「建物間熱融通」の対策とともに、エリア内での「エネルギー・マネジメント・システム(EMS)」は既成市街地の既存建物群に対する面的な省エネルギー対策として有効である。EMS は、情報通信技術（IT）を活用した複数建物（既存、新設を問わず）の一括エネルギー管理の手法であり、「ITを活用したエネルギーの面的利用」とも言うことができる。

建物のエネルギー使用量は、機器の経年劣化や建物の用途変更など運用変化に適切な対応をとらなければ増加する傾向にある。設備更新などで一時的には改善できるが、中長期的には運転管理データを経年的に計測・分析し、適切な運転管理が求められる。この継続的な計測管理を地区内の建物群に適用するのがAEMSである。

【補足資料】

■期待される効果

次の点で効果が期待できる。

a. 投資効率の向上

設備費用が大きいBEMS（ビル毎のエネルギー計測・管理システム）などの中央監視設備の導入や必要となる人材を建物毎に確保する必要がないため、高度な管理を実現するためのコスト軽減が可能となる。

b. エネルギー管理レベルの向上

省エネルギー・省CO₂推進のために個別の建物毎に専門的知識や技術を持った技術者を確保・育成するのは困難だが、エリア内でEMSを導入し集中管理センターに少数の技術者を集中配置することにより、多数の建物を継続的に高品質に管理でき、また技術者の技術レベルの向上も考えられる。

c. エネルギー効率のボトムアップ

有効な対策が少ない既設建物への導入が容易であり、地域全体でのエネルギー効率の計画的かつ効率的な向上などが可能となる。

建物のエネルギー負荷削減	◎	エネルギー利用効率向上	—	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

基本的にどのような規模や用途の建物（新設はもちろん既設建物も含む）でも導入は可能であるが、再開発などの面整備地区での集中的導入や、既成市街地に広がる中小建築物での導入が特に期待される。

住宅での導入事例では、数十～数百の戸建住宅群での実証試験があり、業務系では、2002年7月から2004年3月の約2年間に実施された銀座ビルエネルギー研究会の事例がある。主に事務用途の延床面積4,000～13,000 m²の建物7棟で導入されており、費用負担の少ない運用改善策で約9%、設備改修も含めた場合約33%の省エネルギーが実現できるとの報告がある。なお、これら7施設は分散して立地している。

更に事例として、いわゆる地域に広がるチェーン店のエネルギー管理を本店で一括管理している例などもある。

都市づくり面で行う事項としては、市街地再開発事業等の拠点開発に合わせて、周辺の既成市街地の各建物所有者に対して、省エネルギー推進はもちろん、ビル管理業務負担の低減等のメリットを説明し、AEMS への加入を誘導することが考えられる。




(2) エネルギーの利用効率を高めるための対策例〔Ⅱ-45～46〕

① エネルギーの面的利用

「エネルギーの面的利用」(Area Energy Network)とは、地域や地区レベルで、集中熱供給プラントでつくられた冷熱や温熱を、エネルギー供給導管を使って各需要家の各種熱負荷(冷房負荷、暖房負荷、給湯負荷、その他熱負荷)に対してスケールメリットを活かして効率的に供給するシステムの総称である。

この「エネルギーの面的利用」は、規模・事業形態の違いなどから概ね次の3類型に分類される。

表 2-2-1 エネルギーの面的利用の主な類型

<p>第1類型：「地域熱供給事業型」 通常、「地域熱供給」あるいは「地域冷暖房」と称されるシステムであり、一定地域内の複数の需要家(建物)に、集中熱発生施設で製造された蒸気、温水、冷水などを導管(配管)を通じて供給する。熱供給事業法の適用対象としてのシステムをイメージした類型である。</p>	 <p>The diagram shows a central 'エネルギープラント' (Energy Plant) connected via red pipes to various buildings: '病院' (Hospital), '事務所ビル' (Office Building), '商業施設' (Commercial Facility), and 'ホテル' (Hotel). The pipes form a network distributing heat across the area.</p>
<p>第2類型：「集中プラント(地点熱供給)型」 熱供給事業型と同様に集中熱発生施設による熱供給システムであるが、規模が小さいものであったり、同一の敷地内で特定の需要家に供給するものであったりと、熱供給事業法の適用外で存在するものをイメージした類型である。通常、「地点熱供給」などとも称され、住宅団地や学校の構内、大規模施設や研究施設群、商業施設群などにおいて稼働している。</p>	 <p>The diagram shows an 'エネルギープラント' (Energy Plant) located on a site with '商業施設' (Commercial Facility) and '住宅施設' (Residential Facility). Red pipes connect the plant to these facilities within the same area.</p>
<p>第3類型：「建物間融通型」 近隣の個別需要家(建物)の熱源を導管(配管)で連結し、建物相互間で熱を融通したり、熱源設備を共同利用することで、トータルで効率の高い熱供給を実現するものである。既成市街地においても、対象建物の建替えはもちろん熱源設備の改修などに合わせたネットワーク化が期待される。</p>	 <p>The diagram shows an 'エネルギープラント' (Energy Plant) connected to '商業施設(リニューアル)' (Commercial Facility (Renovation)), '事務所ビル(既築)' (Office Building (Existing)), and 'ホテル(既築)' (Hotel (Existing)). Red pipes indicate the interconnection between these buildings and the plant.</p>

出典：「エネルギーの面的利用促進導入ガイドブック」(エネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会)

a. 地域冷暖房（地域熱供給事業型、集中プラント型）

全国で 88 事業者、149 地区の地域熱供給事業（熱供給事業法に基づく事業）が実施されている（平成 21 年 11 月現在）。その多くは、再開発などの都市開発事業に合わせて導入されたものであり、業務・商業主体の都市開発への導入が導入地区数の約 8 割を占める。また、導入地区面積は 10ha 未満のものが半数近くを占め、供給延床面積は 40 万㎡未満の地区が約 8 割を占めるなど、小規模な再開発事業などでの導入例が多い。

導入事例より、事業地区面積は概ね 1ha 以上、熱供給対象建物の総延床面積は概ね 5 万㎡以上の地区、また最大及び年間の熱需要密度が高ければ、導入の可能性が考えられる。

【補足資料】

■対策・システムの概要

表 地域熱供給の事業の区分別状況

事項別区分	実 態（平成 17 年 3 月現在）	
都市人口区分	・ 100 万人以上	11 都市 100 地区
	・ 30 万人以上 100 万人未満	16 都市 24 地区
	・ 10 万人以上 30 万人未満	14 都市 16 地区
	・ 10 万人未満	10 都市 11 地区
地区面積区分	・ 50ha 以上	15 地区
	・ 10ha 以上 50ha 未満	63 地区
	・ 1ha 以上 10ha 未満	73 地区
	・ 1ha 未満	-
延床面積区分	・ 40 万㎡以上	32 地区
	・ 10 万㎡以上 40 万㎡未満	79 地区
	・ 1 万㎡以上 10 万㎡未満	39 地区
	・ 1 万㎡未満	1 地区
供給対象区分	・ 業務・商業主体型	127 地区
	・ 住宅主体型	13 地区
	・ その他	11 地区
未利用エネルギー区分	・ 未利用エネルギー活用型 （内訳）・ ごみ焼却・工場排熱活用型	38 地区 8 地区
	・ 地下鉄排熱活用型	2 地区
	・ 変電所・変圧器排熱活用型	10 地区
	・ 廃棄物・再生油熱源活用型	3 地区
	・ 発電所抽気熱源活用型	2 地区
	・ 下水熱等活用型	6 地区（1 地区複数熱源利用）
	・ 河川水熱活用型	4 地区（1 地区複数熱源利用）
	・ 海水熱活用型	4 地区
	・ 地下水熱活用型	2 地区（1 地区複数熱源利用）
	・ 一般熱源	113 地区

出典：「エネルギーの面的利用促進導入ガイドブック」（エネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会）

*事例の最新情報については、一般社団法人日本熱供給事業協会ホームページ（<http://www.jdhc.or.jp/>）を参照のこと。

事業者数：84社 許可区域数：145地区（平成22年11月現在）

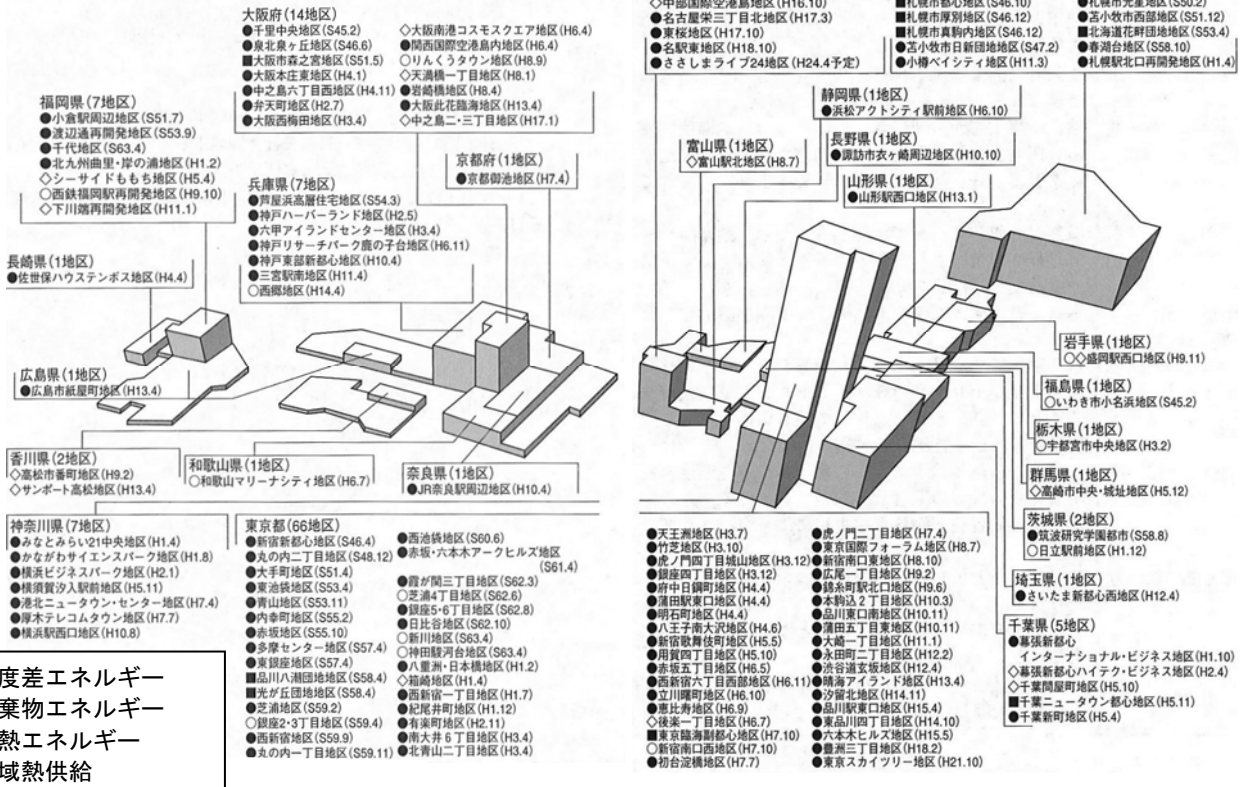


図 わが国における熱供給事業の実施状況

出典：「熱供給事業便覧 平成22年版」（一般社団法人 日本熱供給事業協会）

■期待される効果

経済産業省が行った実態調査によると¹、個別熱源（各建物でボイラー等の熱源設備を保有し空調等を行った場合）に比べて地域冷暖房は、平均で9.9%省エネルギーであることが報告されている。また、未利用エネルギーを活用した場合は、個別熱源に対して20.6%の省エネルギー効果を示しており、未利用エネルギーの面的活用の効果が大きいことがわかる。

地域冷暖房の導入により、省エネルギーや、それに伴うCO₂排出削減効果の他に、次のような効果が考えられる。

表 地域冷暖房の省エネルギー以外の効果

省エネルギー効果以外の効果		内容
地球温暖化防止への寄与	CO ₂ 排出負荷低減	エネルギーの節減に伴うCO ₂ の排出負荷低減
都市環境への貢献	ヒートアイランド対策	煙突・冷却塔の集中化による冷房排熱の集約化 屋上緑化
	大気汚染防止	適切な排ガス処理に伴うNO _x 、SO _x 削減
都市機能の充実	都市防災機能の向上	火災発生源の削減 火災、地震発生時における蓄熱槽・受水槽水の活用、 発電機の非常用電源としての使用
	都市景観の向上	煙突・冷却塔の集約化による建物の外観、屋上景観の向上
都市のエネルギーシステムへの寄与	電力負荷平準化	大規模蓄熱ヒートポンプ、コージェネレーションの活用による系統電力のピークカット
	柔軟・強靱なエネルギーシステムの構築	系統電力との適切な組み合わせによるエネルギーシステムの構築
供給の安定性・信頼性の向上		専門オペレーターによる運転・維持管理、エネルギー多様化によるセキュリティの向上
省スペース・省力化		需要側設備の省スペース化、エネルギープラント等に係る資格者の省力化

¹ 「平成19年度 未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査報告書」平成20年3月、経済産業省資源エネルギー庁

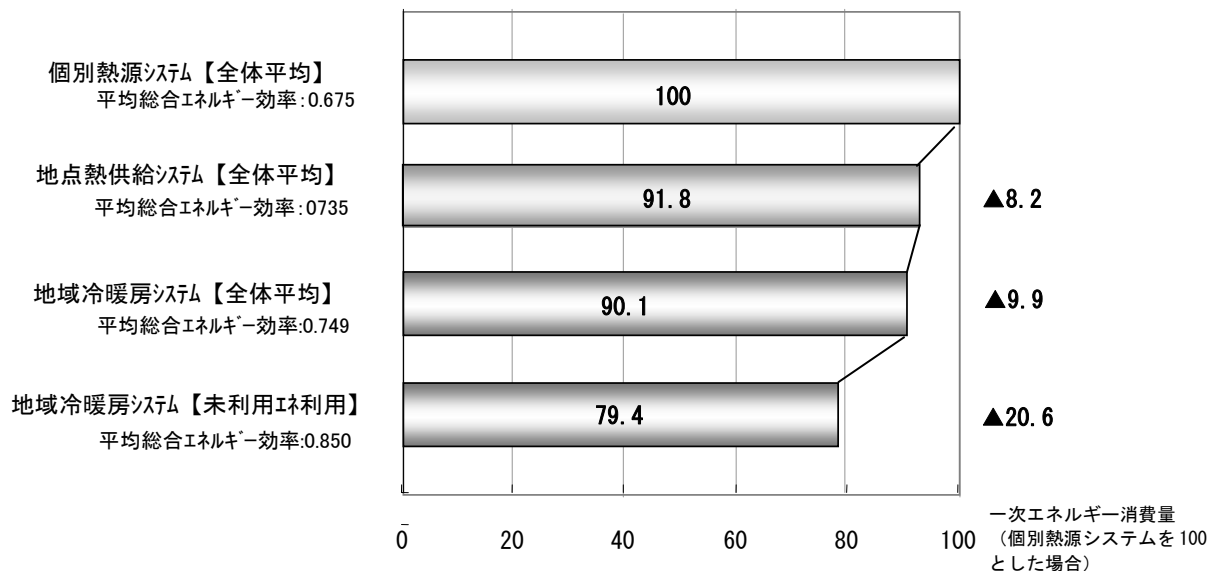


図 エネルギーの面的利用システムの省エネルギー効果の実態

出典：「平成19年度 未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査報告書 概要版」
平成20年3月、経済産業省資源エネルギー庁

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	◎	未利用エネルギーの活用	○	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

土地区画整理事業、市街地再開発事業などの面的整備に合わせて地域冷暖房システムを導入することが考えられる。地域冷暖房は、各種の未利用エネルギーを熱源の一部に利用することも可能であり、未利用エネルギーを地域内で有効利用する際の手段となることから、未利用エネルギー利用施設（河川水や清掃工場の蒸気等を搬送するための配管等）の整備と連携した導入が考えられる。

地域冷暖房の導入促進にあたっては、市街地再開発事業等の開発計画策定のなるべく早い段階から導入可能性について関係者間で検討を行うことが望ましい。

なお、未利用エネルギーの地域内への搬送のためのエネルギー供給導管等を道路に敷設する必要がある場合は、道路管理者と早期に調整を行うことが望ましい。また、地域冷暖房事業者と未利用エネルギーの施設管理者間で未利用エネルギー活用に関し早期に調整を行うことが望ましい。

b. 建物間融通（建物間融通型）

次の条件を備えた建物間では、設備改修の機会などを捉えて、建物間熱融通の導入の検討を行うことが考えられる。

- ・ 複数建物を配管で接続するため、熱融通を行う建物同士が近い距離にあること（隣接していること、主要道路を挟まないことが望ましい）
- ・ お互いの熱源を接続するため、融通を行う建物の熱源設備が集中方式であること（ビル用マルチエアコンの場合は困難）
- ・ 経済性の面からある程度の規模が必要である。建物用途などにより異なるが、5,000 m²以上、できれば10,000 m²以上の規模が望ましい。

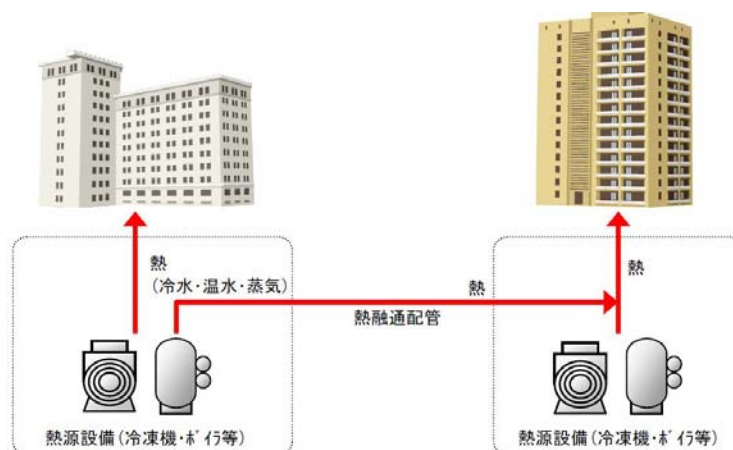


図 2-2-3 建物間熱融通の例

出典：「建物間熱融通普及促進マニュアル」（国土交通省都市・地域整備局）

【補足資料】

■期待される効果

新横浜駅近くの公共施設3施設での建物間熱融通の事例（次ページ参照）では、個別改修の場合に比べて約19%の省エネルギー効果が期待できるとの試算結果が出されている。

これら省エネルギー効果とともに、各建物の熱源設備の運転管理の一体化が図られることによる管理要員の削減など建物管理者側としてのメリットも考えられる。

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	◎	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

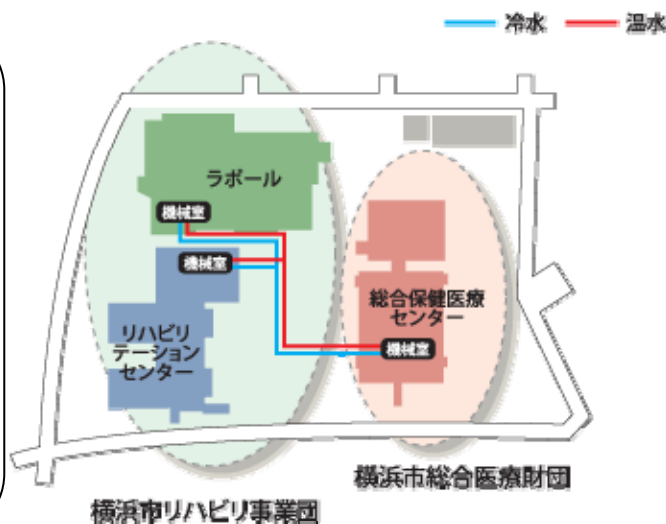
(◎：効果大、○：比較的效果あり)

〈事例：新横浜地区3施設ESCO事業〉

横浜市リハビリ事業団が管理する2施設と横浜市総合医療財団が管理する1施設の間で、建物間熱融通が実施されている。

- ・ESCO事業として、平成18年4月から15年間の契約で実施されている。
- ・横浜市が3施設を対象としたESCO事業を公募し、建物間熱融通を含む事業が最優秀提案に選定された。
- ・熱だけでなく、横浜市リハビリ事業団が管理する2施設については電力も融通しており、総合的なエネルギーの面的利用が行われている。
- ・事業者によると一次エネルギー削減効果は18.2%、CO2排出量削減率が30.5%と予測されている。

- ・リハビリテーションセンターにコージェネを導入し、横浜ラポールに電力を融通。(両施設はリハビリ事業団が管理)
- ・総合医療財団が管理する総合保険医療センターと合わせて、熱融通を実施。
- ・コージェネ稼働する昼間は、コージェネ排熱を利用したジェネリンクを最大限活用し、リハビリセンターから熱融通。
- ・負荷の小さい夜間には、深夜電力を利用し、総合保険医療センターの空冷ヒートポンプ・チラーから熱融通。



(株式会社エネルギーアドバンス HP より作成)

■対策を導入する上での留意点

導入促進にあたっては、以下を実施することが考えられる。

- ・大規模な建物（延床面積が概ね1万㎡以上）の建替えや大規模改修(ESCO事業等)が計画されている場合は、周辺建物との建物間熱融通の可能性について検討することが考えられる。
- ・導入促進にあたっては、計画の早期段階から、建物間熱融通の関係者(各建物所有者)間で早期から検討を行うことが望ましい。

なお、建物間熱融通のために必要なエネルギー供給導管を道路に敷設する必要がある場合は、道路管理者と早期に調整を行うことが望ましい。

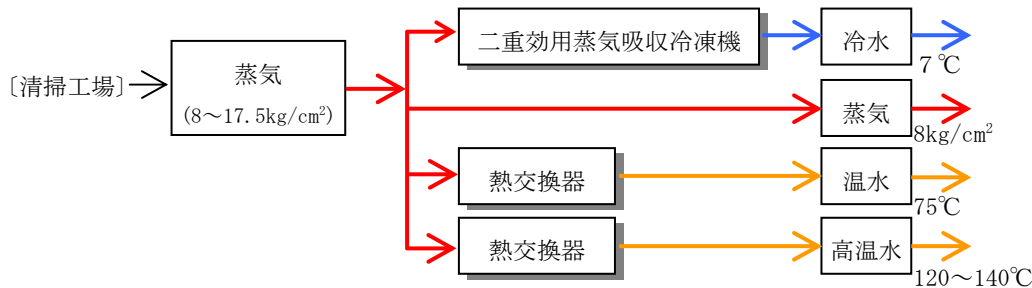
(3) 未利用エネルギーを活用するための対策例〔Ⅱ-47~49〕

① 清掃工場排熱

多くの清掃工場では、焼却に伴って発生する排ガスから回収した熱を利用して高圧蒸気を作り、発電用や所内での熱利用に使われている。このプロセスから一部の高圧蒸気や高温水を取り出して、地域冷暖房の熱源として利用している事例がみられる。

また、清掃工場では、発電機を駆動する蒸気タービンをより高効率で運転するために、蒸気を冷却して水に凝縮させる復水器が利用されているが、復水器の冷却水等から得られる熱は50℃程度であるためにそのまま利用することは難しいが、ヒートポンプの熱源としての利用は可能である。

清掃工場の排熱を地域冷暖房施設に送り、熱源の一部として地域利用する例も見られる。



【補足資料】

■ 期待される効果

清掃工場排熱は、1 か所あたり未利用エネルギー賦存量が多いことから、熱源や熱源水として利用できれば大幅な省エネルギー効果が期待できる。

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■ 対策を導入する上での留意点

清掃工場排熱は清掃工場の周辺域で活用されている事例が多く見受けられるが、ヨーロッパでは、都市内に広がる地域暖房のエネルギー供給導管ネットワークを使って、郊外にある清掃工場の排熱（主に蒸気や高温水）を都市中心部に供給している都市も多い。

清掃工場周辺域で拠点開発や公共施設整備などが計画されている場合、導入促進にあたっては計画当初から清掃工場施設管理者との十分な調整（排熱供給条件、採熱設備の設置条件、管理区分など）を図ることが望ましい。

清掃工場排熱のエネルギー供給導管を道路に敷設する必要がある場合は、道路管理者と早期に調整を行うことが望ましい。

②下水道の未利用エネルギー

下水道の未利用エネルギーには、バイオマスである下水汚泥の焼却排熱、下水汚泥から発生する消化ガス、固形燃料、下水処理水（中水含む）や未処理水の温度差エネルギーの利用がある。下水汚泥の焼却排熱は、汚泥処理場などにおける焼却に伴う熱の利用であり、清掃工場排熱と同様に、高温蒸気としての利用から低温の冷却排熱の利用まで様々である。消化ガスは、現在でも多くの下水処理場で利用されており、発電用や熱利用に使われている。また、下水処理水や未処理水の温度差エネルギーの利用は、河川水や海水の温度差エネルギー利用と同様に、ヒートポンプの冷却水または熱源水として、ヒートポンプ効率の向上に利用される。

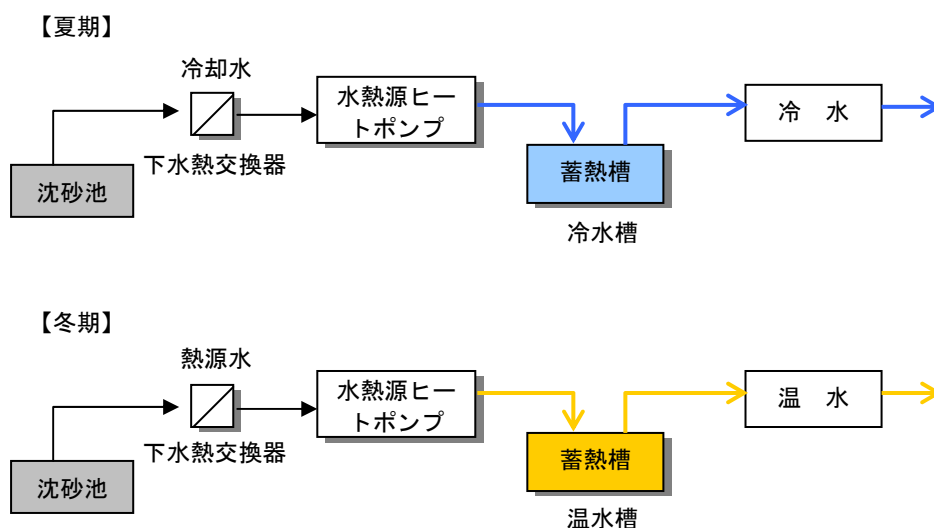


図 2-2-4 下水の未処理水の熱活用例

地域利用の例としては、下水汚泥焼却排熱を利用した六甲アイランド集合住宅地区がある。

消化ガスの事例は全国で多くみられるが、そのほとんどは場内の電力や熱利用に使われており、一部、天然ガス自動車の燃料や都市ガス原料として地域で活用されている。また、下水汚泥由来の固形燃料も、発電所で石炭代替燃料として利用される事例が見られる。

【補足資料】

■期待される効果

脱水汚泥の焼却排ガスの洗煙工程（スクラバー）で発生する温排水を利用した六甲アイランド集合住宅地区の場合、8月の給湯負荷のほぼ100%が排熱で賄われ、年間平均では給湯負荷の約84%が賄われるとの試算が出されている。（出典：未利用エネルギー面的活用熱供給促進ガイド（資源エネルギー庁））

下水処理水を熱源とする幕張新都心ハイテクビジネス地区の実績では、他の熱源利用に比べ、30%の省エネルギーを実現している。また、未処理水を利用した後楽一丁目地区の地域冷暖房では、空気熱源のシステムと比較して、約20%のエネルギー消費削減が試算されている。（出典：地域新エネルギー・省エネルギー導入促進ガイド（資源エネルギー庁））

〈未利用エネルギー利用量の算定例〉

未利用エネルギー利用量 [kJ/年] = 日平均利用水量 [m³/日] × 比重 [kg/m³]
× 定圧比熱 [kJ/kg°C] × 利用温度差 [°C] × 365 [日/年]

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

下水汚泥焼却排熱利用は、汚泥焼却施設の周辺域、下水処理水の利用は、下水処理場の周辺域が考えられる。一方、下水については、下水処理場の他下水ポンプ場の周辺域での利用が考えられる。

下水や下水処理水の熱利用を図るには、処理場等ごとの水量、水温、水質等を十分把握しておくことが重要である。また、下水は、夾雑物の処理対策（沈殿処理など）のためのスペース確保も導入条件として重要となる。

熱利用を計画する際には、取水・放流設備の設置の可能性に関する協議など計画当初から下水道施設管理者と十分に調整・協議することが望ましい。なお、設置にあたっては関連法等に留意が必要である。

③河川・海水の温度差エネルギー

河川水、海水の温度は、夏は外気温よりも低く、冬は高いため、地域冷暖房ヒートポンプの冷却水または熱源水として、ヒートポンプ効率の向上に利用することで、省エネルギー化を図ることができる。

- ・河川水熱利用の事例…箱崎地区（東京都）、富山駅北地区（富山県富山市）、中之島3丁目（大阪府大阪市）、天満橋1丁目（大阪府大阪市）、大川端リバーシティ地区（東京都）
- ・海水熱利用の事例…中部国際空港島地区（愛知県常滑市）、大阪南港コスモスクエア地区（大阪府）、サンポート高松地区（香川県高松市）、シーサイドもち（福岡県福岡市）

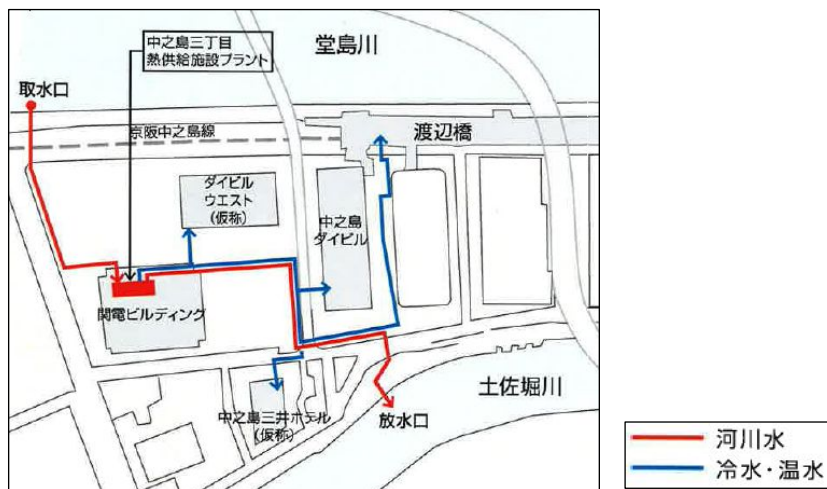


図 2-2-5 河川水の熱活用例（大阪市中之島三丁目地区）

■期待される効果

熱源とその利用量や利用方法によって効果は様々である。河川水を利用（河川水利用ヒートポンプシステム）した箱崎地区（東京都中央区）の事例では、従来の空気熱源方式と比較して年間の電力消費量を28%削減できた実績が報告されている。また、冷却塔補給水が不要となったため、上水使用量も約95%減少している。

大川端リバーシティ（東京都中央区）における河川水利用の事例では、従来のガスボイラーシステムと比較して、約40%の一次エネルギーの削減が見込まれている。

（出典：地域新エネルギー・省エネルギー導入促進ガイド（資源エネルギー庁））

〈未利用エネルギー利用量の算定例〉

未利用エネルギー利用量 [kJ/年] = 日平均利用水量 [m³/日] × 比重 [kg/m³]
× 定圧比熱 [kJ/kg°C] × 利用温度差 [°C] × 365 [日/年]

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

（◎：効果大、○：比較的效果あり）

■対策を導入する上での留意点

これまでの導入事例を見ると、未利用エネルギーの利用地区は、熱利用が可能な大規模河川や海岸に隣接している。

地域レベルで河川の熱を利用する場合、地域冷暖房の熱源として利用するためまとまった量の取水が必要となることから、熱利用が可能な河川は、水量が豊富な河川が望ましい。

河川水や海水の熱利用を計画する際には、取水・放流設備の設置の可能性に関する協議など計画当初から施設管理者と十分に調整・協議することが望ましい。なお、設置にあたっては関連法等に留意が必要である。

④ 地下水の温度差エネルギー

地下水が保有する熱を直接回収し、ヒートポンプの熱源水（冬期）または冷却水（夏期）として利用することにより、ヒートポンプの熱効率（COP：成績係数）の向上をはかるシステムである。

地下水の熱を地域レベルで利用した事例としては、高松市番町地区、高崎市中央地区がある。高崎市の事例では、地下 120m の帯水層から汲み上げ、熱利用した地下水は、還水井を通して地中に戻されている。

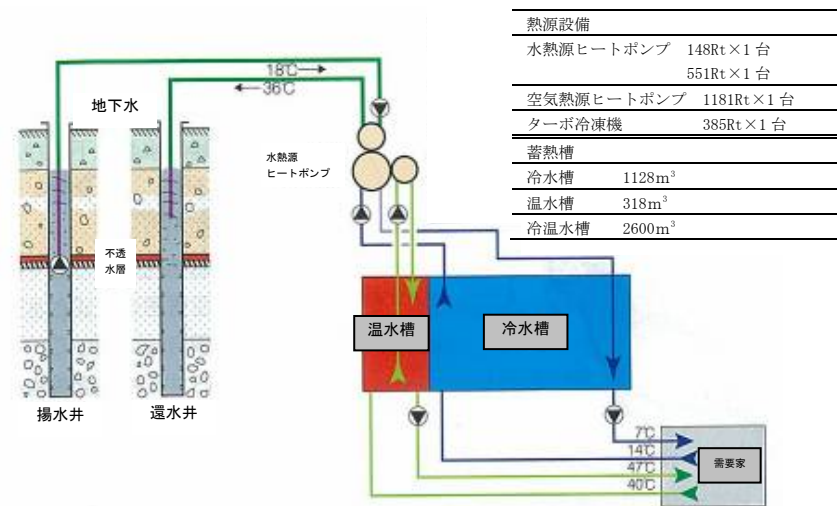


図 2-2-6 地下水熱の利用事例（高崎市中央地区）

出典：ヒートポンプとその応用 1997. 11. No. 44 「高崎市中央地区における地下水熱利用地域冷暖房システム」

【補足資料】

■期待される効果

地下水は年間を通じて水温が十数℃に安定しており、夏は外気温よりも低く、冬は高いため、ヒートポンプの熱源水、冷却水に効果的に利用することができ、その結果、省エネルギー化を図ることができる。

〈未利用エネルギー利用量の算定例〉

$$\text{未利用エネルギー利用量 [kJ/年]} = \text{日平均利用水量 [m}^3\text{/日]} \times \text{比重 [kg/m}^3\text{]} \times \text{定圧比熱 [kJ/kg}^\circ\text{C]} \times \text{利用温度差 [}^\circ\text{C]} \times 365 \text{ [日/年]}$$

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

設置にあたっては関連法等に留意が必要である。

⑤ 工場排熱

工場排熱は、工場における生産活動に伴って発生する排熱であり、工場によって数百度から常温まで様々な温度レベルのものがある。高温排熱は、自家発電等に利用されているものの、排熱の温度レベルが下がるほど工場内プロセスでの再利用は難しくなり、100℃程度の排熱は、数十℃レベルの熱利用が主体の民生用途からみるとかなり高温でありながら大量に廃棄されている。これら工場内で利用価値の低くなった排熱を、地域冷暖房施設を使って地域で有効利用している事例がみられる。

発電所では、高温蒸気の一部を抽気して、周辺の民生用に利用する事例もみられる。また、発電に用いる燃料の約半分が復水器における冷却水排熱として海水中に放出されていることから、これまでは養殖用に利用している程度であったこの排熱を、民生用途に地域利用することも考えられる。地域冷暖房施設を介して、熱源または熱源水として利用する事例がみられる。

【補足資料】

■期待される効果

工場や発電所からの排熱は多量であることが多く、地域で有効利用できれば高い省エネルギー効果が期待できる。

〈未利用エネルギー利用量の算定例〉

未利用エネルギー利用量 [kJ/年] = 燃料に伴う発熱量 [kJ/年] - (生産又は発電プロセス利用量 [kJ/年] + 場内利用量 [kJ/年])

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

排熱を効果的に活用するためには、工場や発電所に近接している地域での導入が考えられる。

工場排熱の利用を計画する際には、排熱利用の条件（温度、量、変動など）、採熱設備並びにエネルギー供給導管の整備及び財産・管理区分などに関する協議など、計画当初から工場管理者や発電所管理者と十分に調整・協議することが望ましい。

エネルギー供給導管を道路に敷設する必要がある場合は、道路管理者と早期に調整を行うことが望ましい。

⑥ 地下鉄・地下街からの排熱

都市部では、交通機関の燃料の消費や空調機器の運転に伴い多量の熱が最終的には空気中に放出されている。放出された熱は拡散して再利用は難しくなる一方で、ヒートアイランド現象の原因となっている。都市部において空気中に放出される排熱の中で、地下鉄構内や地下街のような空間は、比較的熱密度が高く、空気の入り口も限られていることから、地下鉄や地下街から発生する温排気を利用して、排熱回収ヒートポンプにより温水を製造し、熱供給プラントで熱交換器を介して温水に利用するシステムが構築可能である。新宿駅南口西地区等で導入事例がある。

大規模な地下鉄駅舎や地下街の排気施設の近傍において、排気からの熱を回収して地域冷暖房の熱源の一部として利用する方法が考えられる。

- ・ 導入事例…新宿駅南口西地区、札幌駅北口再開発地区

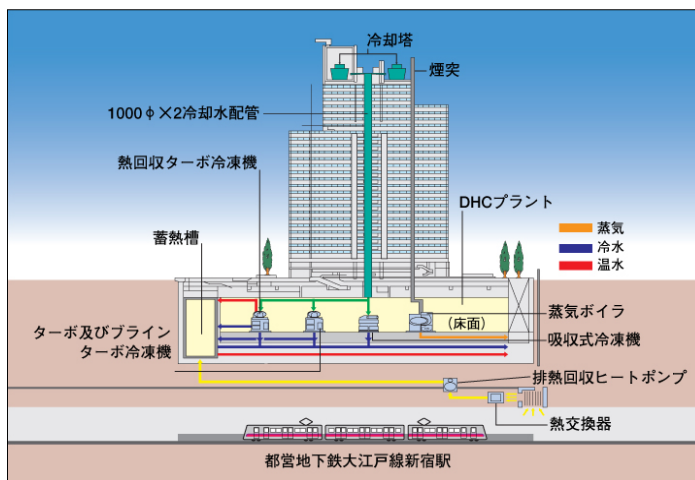


図 2-2-7 地下鉄の排熱を地域冷暖房に利用した事例（新宿駅南口西地区）

【補足資料】

■期待される効果

ヒートポンプの熱源として利用でき、暖房用や給湯用として利用できる。

〈未利用エネルギー利用量の算定例〉

$$\text{未利用エネルギー利用量 [kJ/年]} = \text{日平均排気量 [m}^3\text{/日]} \times \text{比重 [kg/m}^3\text{]} \\ \times \text{定圧比熱 [kJ/kg}^\circ\text{C]} \times \text{利用温度差 [}^\circ\text{C]} \times 365 \text{ [日/年]}$$

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

導入事例からみても大規模な地下鉄駅舎や地下街の排気施設の近傍での導入が考えられる。

地下鉄・地下街からの排熱の利用を計画する際には、排気からの熱回収設備の設置や財産・管理区分などに関する協議など地下鉄施設や地下街の施設管理者と早期に調整・協議することが望ましい。

⑦ 雪氷冷熱

雪氷熱利用が「新エネルギー」に加わったのは比較的新しく、国内での普及はまだ進んでいないが、季節間での蓄熱利用方法の一つとして古代からもある古くて新しい技術である。

雪または氷を熱源とする熱を冷蔵、冷房その他の用途に利用する。冷熱供給方式には、①直接熱交換冷風送風、②熱交換冷水供給の方式がある。

建築レベルでの導入事例は比較的多いが、地域レベルでの事例としては、札幌駅北口の都心北融雪槽利用地域冷暖房システム（融雪槽 4,000 m³）がある。

【補足資料】

■期待される効果

冷房需要に必要なエネルギー費の削減効果が期待できる。札幌市の事例では、雪冷熱製造単価は5～6円/MJ程度と試算されている。

〈未利用エネルギー利用量の算定例〉

$$\text{未利用エネルギー利用量 [kJ/年]} = \text{利用雪量 [m}^3\text{/年]} \times \text{比重 [kg/m}^3\text{]} \times (\text{雪比熱 [kJ/kg}\cdot\text{°C]} \times \text{雪温 [°C]} + \text{融解水比熱 [kJ/kg}\cdot\text{°C]} \times \text{放流水温 [°C]} + \text{融解潜熱 [kJ/kg]})$$

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	◎	再生可能エネルギーの活用	—
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

地域冷暖房事業として実施する場合には、事業採算性から、特に雪氷の搬送・保管コストならびに、冷熱供給システムの建設・維持管理コスト、また、雪氷冷熱利用による燃料コストの削減効果とのバランスに留意する必要がある。

雪氷の大規模な保管場所の確保も課題となる。札幌の例のように、地域の融雪槽を活用した導入などを工夫することも考えられる。

地域冷暖房事業として実施する場合には、熱供給事業予定者（エネルギー事業者他）との事業内容に関する調整、熱供給プラントの設置に関する開発事業者や建物所有者との調整、エネルギー供給導管を道路に敷設する必要がある場合は、道路管理者と早期に調整を行うことが望ましい。

(4) 再生可能エネルギーを活用するための対策〔Ⅱ-50～51〕

① 太陽エネルギーの利用

a. 発電利用

太陽光発電は、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽の光エネルギーを直接電気に変換する技術であり、設置場所の広さに合わせて自由に規模を決めることが可能である。また、余剰電力はある程度電力会社に売電できる、機器のメンテナンスはほとんど不要である、非常用電源にも利用可能、といった特徴を有する。

近年の技術開発や量産化により、太陽光発電の導入はわが国はもちろん世界的にも進んでいる。住宅や業務ビルなど建築レベルでの導入例は多い。また、戸建住宅団地や集合住宅団地での集中導入や、学校や庁舎といった大規模公共施設の屋上等に、大容量の太陽光発電を導入し、施設内利用だけでなく余剰分を売電することも行われている。

工場用地や発電所の空地、工場などの施設の屋根などを利用した大規模電力供給用（メガワット発電）としての実施例も近年増加している。

【補足資料】

■期待される効果

家庭用太陽光発電 4kW を導入した場合、世帯あたり年間電力負荷の約 80～90% を賄うことが期待できる。グリーン電力として、省エネルギーはもちろん、CO₂ 排出量削減効果も高い。余剰電力はある程度電力会社に売電できるメリットもある。

〈発電量の算出方法の例〉

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = \text{太陽光発電出力 [kW]} \times \text{単位出力あたり必要面積 [m}^2\text{/kW]} \\ \times \text{最適角平均日射量 [kWh/m}^2\text{日]} \times \text{補正係数} \times 365 \text{ [日/年]}$$

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	—	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	◎
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

太陽光パネルの一部が日陰になると、発電量が大きく下がることから、設置パネルにおける良好な日照の確保が重要である。その際には、積雪や落ち葉による日射の障害にも留意する必要がある。

また、建物屋上などに設置する場合は荷重等に十分留意する必要がある。

戸建住宅団地や集合住宅団地の計画、学校・庁舎などの大規模公共施設の建設や改修計画に当たって、早期から開発事業者や建物所有者に導入検討を要請することが考えられる。

b. 熱利用

戸建住宅を中心として、太陽熱利用（アクティブ・ソーラーシステム）は既に多くの導入実績がある。わが国での残存集熱器面積は約 1,000 万㎡と推計され、これは中国、米国に次いで世界で 3 番目に位置している（資源エネルギー庁資料）。

アクティブ・ソーラーシステムは機械的な装置を使用して太陽熱を積極的に利用するシステムで、主に集熱器と貯湯槽及び循環ポンプにより構成される。給湯・暖房用が多いが、冷房にも利用可能である。地域レベルで太陽熱利用を導入するにはアクティブ・ソーラーシステムの規模を大きくして、地域暖房給湯システムの熱源として利用するシステムとなり、国内外で実施例がみられる。

戸建住宅の他には、給湯などで熱需要が大きい体育館や高齢者福祉施設、また集合住宅等の建築レベルでの導入例が多くみられる。

地域レベルでの導入事例としては、越谷レイクタウン（埼玉県越谷市）での導入がわが国最初である。海外では地域暖房の熱源としての事例がみられる。

【補足資料】

■期待される効果

標準的な家庭用戸建住宅の場合、集熱器の設置面積が 3 ㎡（自然循環式）の場合で、年間給湯負荷の約 35%が賄われる（関東地域の場合）。温熱需要（給湯、暖房など）の大きな施設や住宅団地などでは、高い省エネルギー効果が期待できる。

〈集熱量の算出方法の例〉

$$\text{太陽熱集熱量 [kJ/年]} = \text{集熱面積 [㎡]} \times \text{最適角平均日射量 [kWh/㎡日]} \times 3600 \text{ [kJ/kWh]} \\ \times \text{集熱効率} \times 365 \text{ [日/年]}$$

建物のエネルギー負荷削減	○	エネルギー利用効率向上	—	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	◎
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

太陽熱を集熱するためには、日照条件（特に熱需要の大きな冬季）が良好であることが望ましく、例えば、周辺の建物などの日陰にならないことが重要である。

また、建物屋上などに設置する場合は荷重等に十分留意する必要がある。

戸建住宅団地や集合住宅団地の計画、体育館や高齢者福祉施設等の熱需要の大きい公共施設の建設や改修計画に当たって、早期から開発事業者や建物所有者に導入検討を要請することが考えられる。

② 地中熱の利用

地中熱利用は、地盤を蓄熱体として未利用の温熱や冷熱を蓄熱し、それを直接またはヒートポンプを用いて熱利用する「地下蓄熱」と、地盤や地下水の保有する熱容量をヒートポンプの熱源、または冷凍機の排熱吸収源として利用する「地中熱源ヒートポンプシステム」に大別される。

導入事例としては、東京スカイツリーで地中熱利用が計画されている。

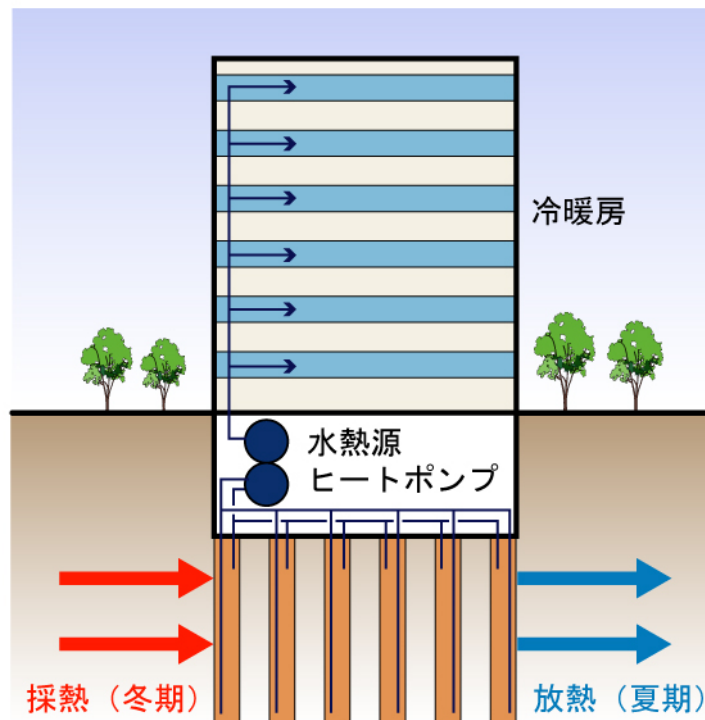


図 2-2-8 地中熱利用のイメージ

【補足資料】

■期待される効果

年間を通じて安定した温度である地中熱を、例えば地中埋設したクール／ヒートトンネルにより建物に地中熱を導入するといった直接利用や、ヒートポンプを使って利用することで、冷暖房用の熱源として高い省エネ・省CO₂効果が期待できる。

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	○	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	◎
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

設置にあたっては、関連法等に留意が必要である。

③ バイオマスエネルギーの利用

バイオマスエネルギーは、生物体を構成する有機物から酸化・燃焼などの化学反応を介して利用されるエネルギーである。バイオマスを燃焼すること等により放出される CO₂ は、生物の成長過程で光合成により大気中から吸収した CO₂ であることから、バイオマスは、私たちのライフサイクルの中では大気中の CO₂ を増加させないという「カーボンニュートラル」と呼ばれる特性を有している。このため、化石資源由来のエネルギーや製品をバイオマスで代替することにより、地球温暖化を引き起こす温室効果ガスのひとつである CO₂ の排出削減に大きく貢献することができる。

バイオマスエネルギーは古くから、薪や木炭、家畜の糞が燃料に使われてきた。現在の利用法は、大きく直接燃焼、メタン発酵などの生物化学変換、ガス化などの熱化学変換、化学合成による燃料化がある。

バイオマス資源には、主に林産資源、水産資源、農産資源、畜産資源、そして下水汚泥などの一般・事業系廃棄物資源など、排出元によっても分類できるが、排出時の水分状態により処理方法を分類すれば次の通りとなる。

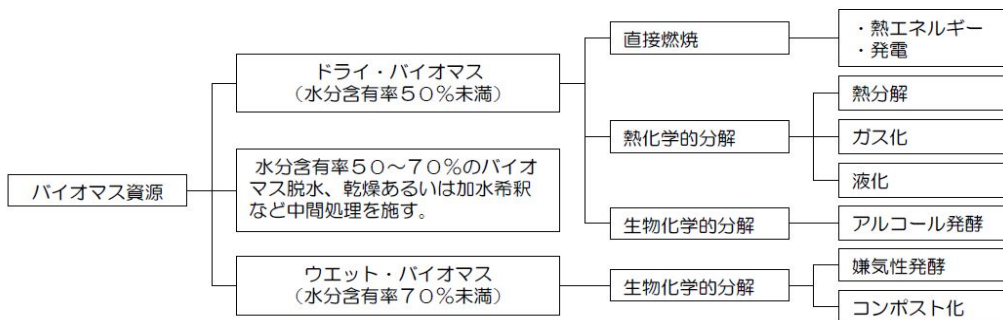


図 2-2-9 バイオマス資源の利用方法とバイオガス

出典：北海道バイオガスエネルギー利用ガイド（NEDO 北海道支部）

家畜糞尿や農業残渣などを利用したメタン発酵施設は、農村部で事例がみられる。また、木質資源を利用したバイオマスプラント（発電、熱利用）も、農村部や一部工業地帯で見られる。なお、都市部に存在する下水処理場から発生する下水汚泥もバイオマスとして、発電利用や都市ガス利用、自動車燃料利用などが進められている。

■期待される効果

バイオマスエネルギーを用いた発電や熱利用の効果は、その投入物の種類や量、処理方法などによって様々である。

バイオマス利用は、家畜糞尿や農業残渣の処理にもつながり、飲食店からの厨芥ごみのバイオマス資源としての利用は、食品廃棄物の発生抑制の効果も期待できる。

〈再生可能エネルギーの利用による熱量の算定例：木質バイオマス資源の場合〉

$$\text{利用熱量 [kJ/年]} = \text{森林面積 [ha]} \times \text{森林生長量 [m}^3\text{/年 ha]} \times \text{重量換算 [kg/m}^3\text{]} \\ \times \text{発熱量 [kJ/kg]}$$

〈利用可能熱量の算定例：家畜糞尿をメタン発酵させ利用する場合〉

$$\text{利用熱量 [kJ/年]} = \text{飼育頭数 [頭]} \times \text{糞尿排出量 [kg/頭日]} \times 365 \text{ [日/年]} \\ \times \text{ガス発生係数 [m}^3\text{/kg]} \times \text{メタン含有率 [-]} \times \text{メタン発熱量 [kJ/m}^3\text{]} \times \text{ボイラー効率 [-]}$$

建物のエネルギー負荷削減	—	エネルギー利用効率向上	—	未利用エネルギーの活用	—	再生可能エネルギーの活用	◎
--------------	---	-------------	---	-------------	---	--------------	---

(◎：効果大、○：比較的效果あり)

■対策を導入する上での留意点

バイオマス資源の利用に関しては、バイオマス資源の集積場所の有無、十分な量のバイオマス資源の安定的な確保、エネルギー利用先の確保等が重要である。このため、排出元や利用先と早期に調整することが望ましい。

プラント設置については、臭気や景観、ごみ搬入に伴う交通への影響などに留意し、設置場所を検討することが重要である。

＜第Ⅲ編 低炭素都市づくり方策の効果分析方法＞に関する資料

序章 都市の低炭素施策評価の基本的考え方

序-1 施策の選択と評価、削減目標の設定

(1) 検討の手順

低炭素都市づくりに関わる目標設定と施策効果の定量的分析を行うことで、施策の有効性を検証できるとともに、効果的なCO₂排出量削減に向けた施策内容・組合せを検討することが可能である。

本章では、第Ⅱ編で示した施策の選択の考え方に基づき設定した施策を評価するための目標設定と施策効果を定量的に分析するための排出量推計の考え方を示している。

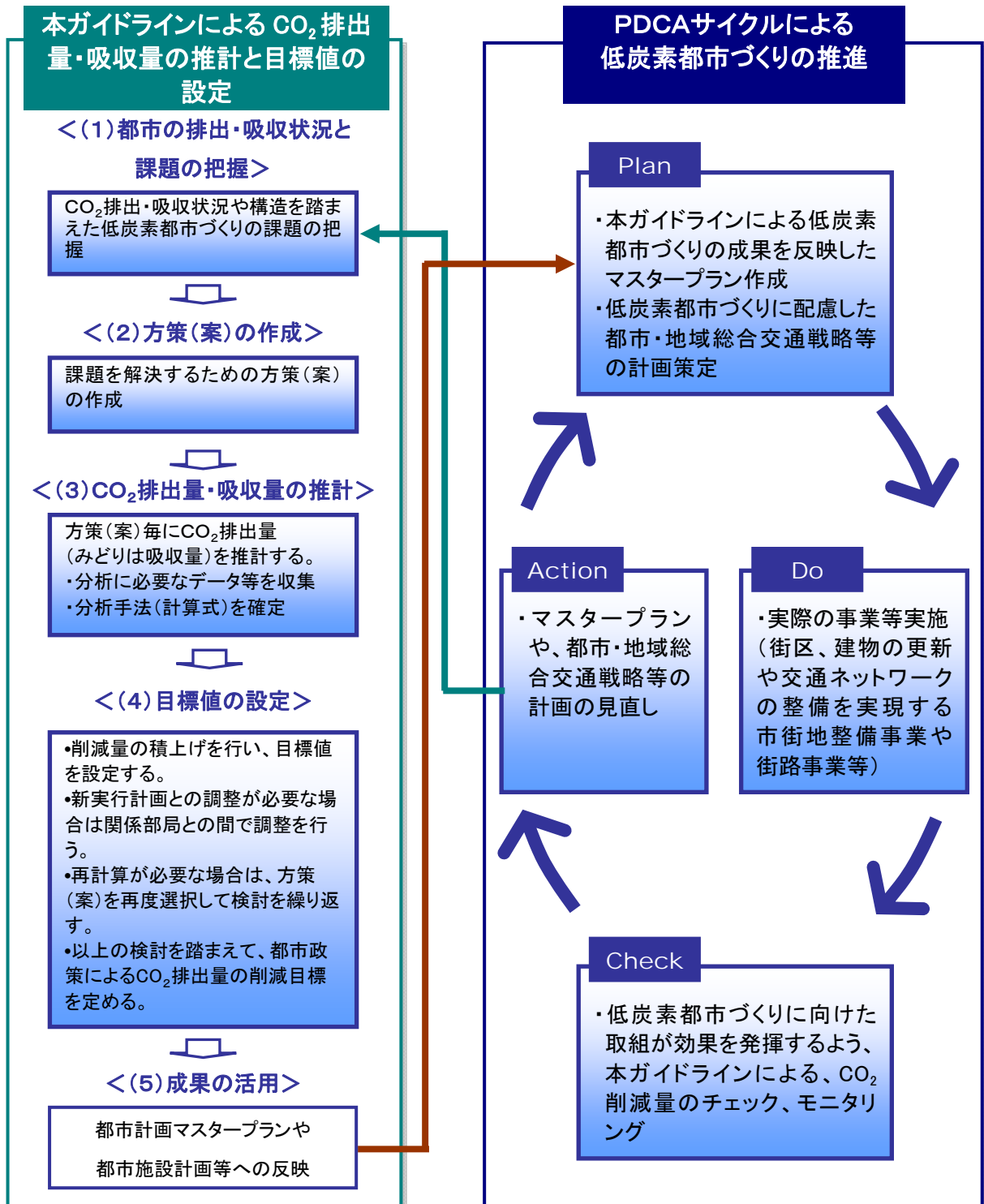


図1 削減目標の設定と対策評価のフロー

序一 2 都市政策に関連する CO₂ 排出量削減目標設定の考え方

(1) 都市政策に関連する分野

都市全体の CO₂ 排出量に対する都市活動に関連する分野は、民生家庭、民生業務、運輸の各部門であり、その関係は下図に示すとおりである。この都市活動に関わる CO₂ 排出量は、わが国 CO₂ 排出量の約 5 割を占めている。

都市別には、その比率は異なるものの、CO₂ の排出特性に応じて効果的な CO₂ 削減を進めるためには、都市活動に関わる各分野で、削減量を設定することが望ましい。

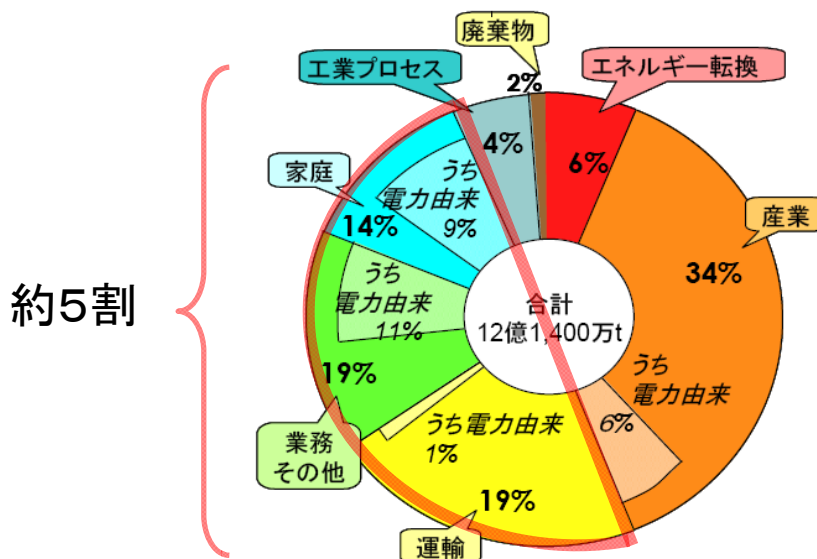


図 2 わが国における CO₂ 排出量と都市活動 (2008 年度値)

出典: 2008 年度温室効果ガス排出量確定値 (環境省)

(2) 地方公共団体新実行計画との対応

新実行計画における中期必要削減量は、1) 現状と長期目標値を結び、その通過点として中期目標年の値を求める、2) 現状から中期目標年までの「現状趨勢ケース」の線をプロットする、3) 温室効果ガス排出削減「排出削減ポテンシャル (潜在可能) 量」を試算する、4) 「排出削減ポテンシャル量」と「長期目標から定めた中期目標レベル」の両者を比較し、中期目標値を設定する、という手順で算定される。

一方、本ガイドラインによる都市施策全体での低炭素対策効果の推計は、

- ① 基準年度の CO₂ 排出量を把握
- ② 中期 BAU (Business As Usual) を想定
- ③ 都市施策による削減効果の積み上げ量

というフォアキャストの考え方に基づく手順で算定される。

新実行計画の 4) の手順による必要削減量のうち、都市施策によると想定している量と本ガイドラインによる ③ の削減効果の積み上げ量と比較し、関係機関と調整の上、都市施策による削減量を定めることが考えられる。

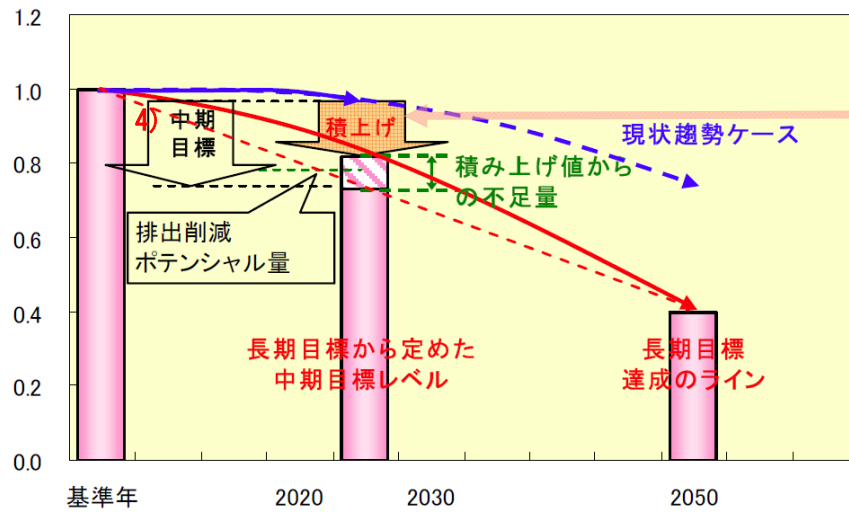
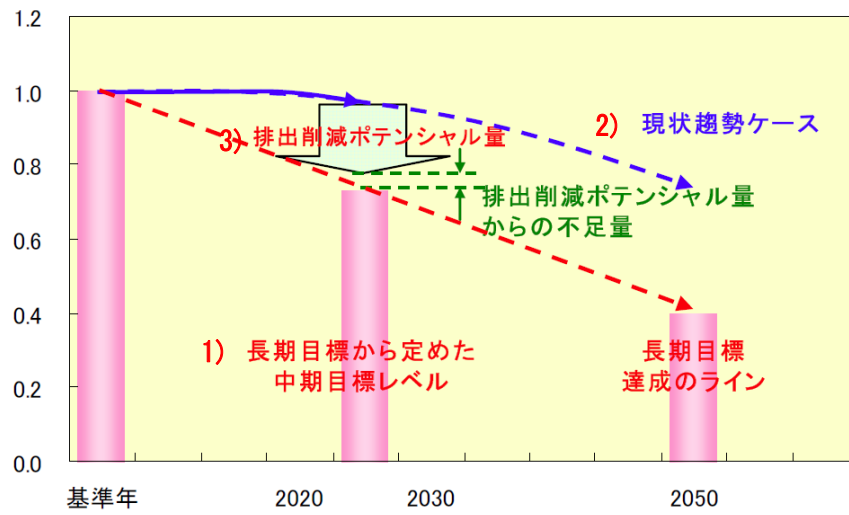


図3 新実行計画における低炭素対策の目標設定
 (「地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)策定マニュアル」より)

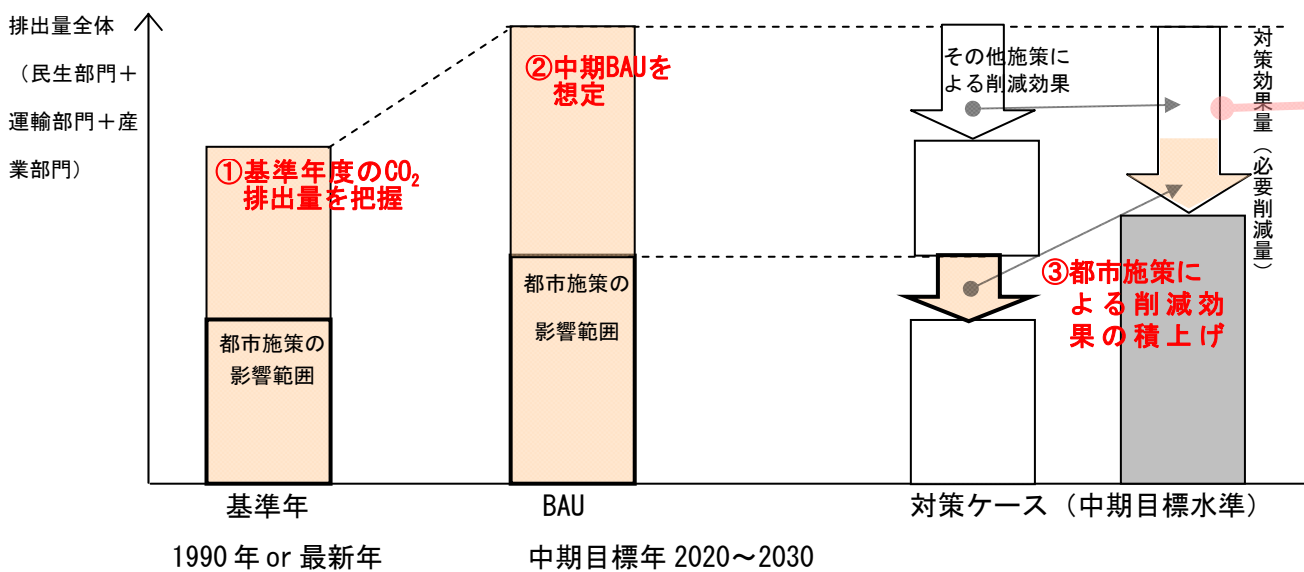


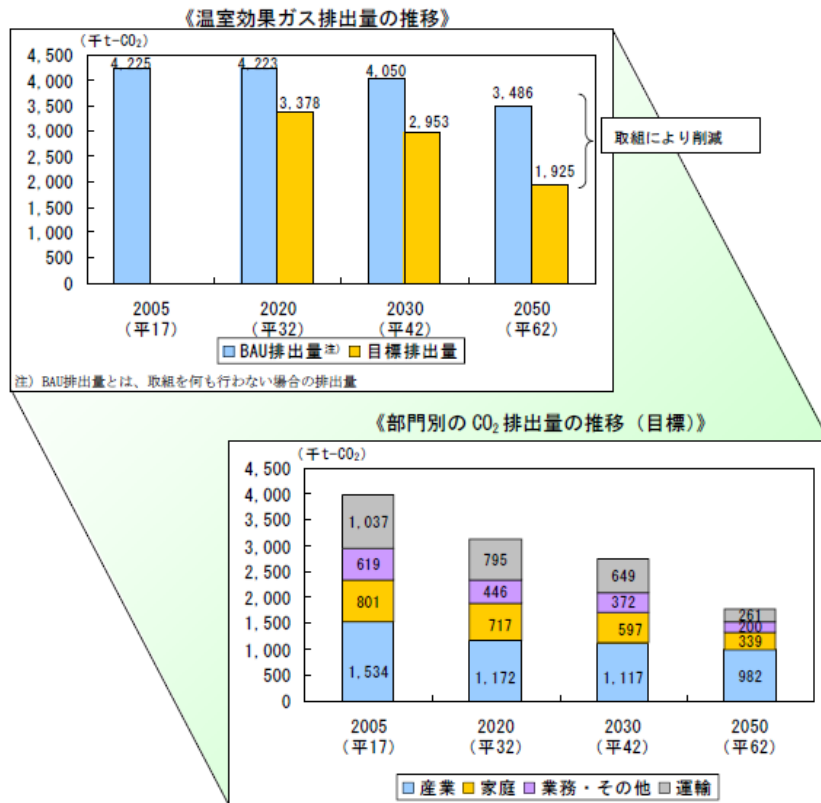
図4 都市施策による低炭素対策効果の把握(中期目標年度)

序章 都市の低炭素施策評価の基本的考え方

目標設定の例として、富山市では、『公共交通を軸としたコンパクトなまちづくり』を基本方針とし、行政・市民・事業者が一体となってCO₂排出量の削減に取り組むことで、富山市における全体のCO₂排出量を基準年（2005（平成17）年）比で、2030（平成42）年に30%、2050（平成62）年に50%削減することを目指している。

（富山市全体のCO₂排出量の削減目標（対2005（平成17）年比））

	取組方針	中期削減目標 2030年 (平成42年)	長期削減目標 2050年 (平成62年)
運輸部門	1 公共交通の活性化の推進	30%減	50%減
家庭部門	2 中心市街地や公共交通沿線への機能集積の推進 3 コンパクトなまちづくりと一体となったエコライフの推進		
業務・ その他部門	4 コンパクトなまちづくりと一体となったエコ企業活動の推進		
産業部門			



（出典）富山市 環境モデル都市行動計画（富山市、2009年3月）

図5 富山市におけるCO₂排出量の削減目標設定

序-3 基準年及び目標年のBAUの排出量推計の考え方

(1) 基準年の排出量推計の手法

i) 交通・都市構造分野

交通分野での基準年のCO₂排出量推計にあたっては、都市における全ての交通、すなわち自動車（自家用車、営業車、貨物車等）、鉄道、船舶について積み上げる必要がある。本編ではパーソントリップ調査データを活用する方法と道路交通センサスデータを活用する方法の2つの手法について以下に示すが、次の点に留意する必要がある。

パーソントリップ調査データを活用する方法では、自動車、鉄道を対象としたCO₂排出量の算出が可能であるが、船舶については対象外となっている。また、道路交通センサスデータを活用する方法では、自動車を対象としたCO₂排出量について算出が可能であるが、鉄道、船舶については対象外となっている。従って、第I編の4-2での「新実行計画マニュアル」の手法による補正を考慮すると、誤差をより小さくするために、パーソントリップ調査データを活用する方法では船舶について、道路交通センサスデータを活用する方法では鉄道と船舶について、それぞれ新実行計画マニュアルに示される算出方法で推計したCO₂排出量を別途積み上げる必要がある。

また、パーソントリップ調査データを活用する方法、道路交通センサスデータを活用する方法ともに、OD表上の内々交通については、個別ゾーン内での平均移動距離などを加味しながら別途CO₂排出量を算出し加算する必要がある。

○ パーソントリップ調査データを活用する方法

<自動車・バスからのCO₂排出量>

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (g)} = \sum (\text{車種別配分交通量 (台)} \times \text{路線延長 (km)} \\ \times \text{車種別平均速度別 CO}_2 \text{ 排出原単位 (g/台・km)})$$

自動車・バスからのCO₂排出量の推計は、交通需要予測モデル（配分モデル）から求められた路線別車種別交通量（台ベース）に路線の延長(km)と車種別平均速度別のCO₂排出原単位（g/台・km）を乗じて求めることが可能である。

自動車・バスのCO₂排出原単位は、国土交通省事務連絡「客観的評価指標の定量的評価指標の算出方法について（平成15年11月25日）」の排出原単位の設定方法を踏襲することが考えられる。

【補足資料】

国土交通省事務連絡「客観的評価指標の定量的評価指標の算出方法について（平成 15 年 11 月 25 日）」に示されている車種別平均速度別 CO₂ 排出原単位は、下表のとおり。

リンク別平均走行速度 (km/h)	CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /km・台)	
	小型車 (乗用車及び小型貨物)	大型車 (普通貨物及びバス)
5	547	2,110
10	342	1,515
15	269	1,277
20	229	1,133
25	204	1,042
30	186	963
35	172	894
40	161	836
45	152	788
50	146	750
55	141	723
60	138	706
65	137	700
70	137	705
75	139	719
80	142	744
85	146	780
90	152	826

※平成 12 年値

※設計速度間の原単位は直線補完により設定する。

<鉄道からのCO₂排出量>

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (g)} = \sum (\text{鉄道の OD 交通量 (人)} \\ \times \text{OD ゾーン間距離 (km)} \times \text{CO}_2 \text{ 排出原単位 (g/人・km)})$$

- 鉄道からのCO₂排出量の推計は、交通需要予測モデル（分布・分担モデル）から求められた鉄道のOD交通量（トリップベース）にODゾーン間の距離と鉄道のCO₂排出原単位（g/人・km）を乗じて求めることが可能である。
- 鉄道のCO₂排出原単位は、交通関係エネルギー要覧及び地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条（平成18年3月24日一部改正）の排出係数一覧表より作成した28g-CO₂/人・kmを使用することが考えられる。ただし、地域別・路線別に排出原単位を設定したい場合や、年度別に異なる排出原単位を適用したい場合には、鉄道統計年報や交通関係エネルギー要覧を用いて排出原単位を適切に設定することが望ましい。

○ 道路交通センサデータを活用する方法

車種別の OD 交通量と OD ゾーン間の距離と車種別 CO₂ 排出原単位を用いて OD 別に推計することが考えられる。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (g)} = \sum \text{OD 別 CO}_2 \text{ 排出量 (g)} = \sum (\sum (\text{車種別 OD 交通量 (台)} \\ \times \text{OD ゾーン間距離 (km)} \times \text{車種別 CO}_2 \text{ 排出原単位 (g/台} \cdot \text{km)))$$

- ・車種別 OD 交通量：道路交通センサ OD 交通量を用いる。直近の調査年次は、平成 17 年（2005 年）である。
- ・自動車輸送統計年報（（社）日本自動車会議所より毎年発行）には、地方運輸局別に旅客・貨物自動車の車種別燃料種類別燃料消費量と、車種別の走行台キロのデータが得られる。この値を用いて、車種別に CO₂ 排出原単位を求める。

（1）燃料消費量より CO₂ 排出量を推計

自動車輸送統計年報の 4-2 地方運輸局別・業態別・車種別燃料消費量に、貨物自動車の燃料消費量が、4-3 地方運輸局別・業態別・車種別燃料消費量に旅客自動車の燃料消費量が掲載されている。

この燃料消費量に、以下の発熱量、炭素排出係数と 44/12（44 は CO₂ の分子量。12 は C の原子量。炭素排出係数のため、44/12 を乗じないと CO₂ の排出量にならない）を乗じて CO₂ 排出量を推計する。このとき、MJ（メガジュール）と TJ（テラジュール）の比率は 1,000,000 倍(TJ/MJ)なので、下表の発熱量で計算した際は、1/1,000,000 して TJ に変換（燃料消費量も kl で表記されているので、1 に変換するために 1,000 を乗じる）。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (t-CO}_2) = \text{燃料消費量(kl)} \times 1,000 \times \text{発熱量(MJ/l)} \div 1,000,000 \\ \times \text{炭素排出係数(tC/TJ)} \times 44/12$$

【補足資料】

炭素排出係数は、「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づき、国より公表される。最新の排出係数等は、環境省ホームページ（<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/>）を参照のこと。

○ 燃料の使用に関する排出係数（一部）

種別	発熱量	排出係数	CO ₂ 排出量
ガソリン	34.6(GJ/kl)	0.0183(tC/GJ)	2.32(tCO ₂ /kl)
軽油	37.7(GJ/kl)	0.0187(tC/GJ)	2.58(tCO ₂ /kl)

出典：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧〔平成 22 年 3 月改正後〕（環境省）

(2) 運輸局別の走行台キロから排出原単位 (g-CO₂/km) を作成

自動車輸送統計年報の 2-4 地方運輸局別・業態別・車種別走行キロに貨物自動車の走行キロが、3-4 地方運輸局別・業態別・車種別走行キロに旅客自動車の走行キロが掲載されている。この値で先ほど求めた CO₂ 排出量を除して、排出原単位を作成する。

※車種について

車種については、センサス 4 車種と必ずしも整合していないために、括り方は様々考えられる。ここでは、以下のように対応させて車種別原単位を作成する。

センサス (4 車種)	自動車輸送統計年報
乗用車	旅客自動車・営業用の乗用車 旅客自動車・自家用の登録自動車 (乗用車)
バス	旅客自動車・営業用のバス (乗合・貸切)
小型貨物	貨物自動車・営業用の登録自動車 (小型車) 貨物自動車・自家用の登録自動車 (小型車)
普通貨物	貨物自動車・営業用の登録自動車 (普通車) 貨物自動車・自家用の登録自動車 (普通車)

※いずれも軽自動車を除いて作成、使用

参考：新実行計画マニュアルにおける鉄道、船舶からの CO₂ 排出量推計

< 鉄道 >

① 環境報告書等でエネルギー消費量等が公表されている場合

鉄道事業者別エネルギー消費量 × 営業キロ数 (対象市町村) / 営業キロ数 (全路線)

② 算定・報告・公表制度で温室効果ガス排出量が公表されている場合

算定・報告・公表制度にもとづく鉄道事業者別 CO₂ 排出量 × 営業キロ数 (対象市町村) / 営業キロ数 (全路線)

< 船舶 > (按分法)

船舶エネルギー消費量 (全国) × 船舶分輸送量 (対象市町村) / 船舶分輸送量 (全国)

ii) エネルギー分野

基準年度の建物床面積の総計に建物エネルギー負荷原単位、エネルギー種別排出係数を乗じ、熱源設備総合効率で除して、建物を排出源とする CO₂ 排出量を算定する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \Sigma (\text{地方公共団体内の用途別建物床面積} \times \text{建物エネルギー負荷原単位} \div \text{熱源設備総合効率} \times \text{エネルギー種別排出係数})$$

または、基準年度の建物床面積の総計に CO₂ 排出量原単位を乗じて、建物を排出源とする CO₂ 排出量を算定する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \Sigma (\text{地方公共団体内の用途別建物床面積} \times \text{建物 CO}_2 \text{ 排出原単位})$$

iii) みどり分野

みどり分野では、CO₂の吸収量を推計するが、植物は生長とともに吸収効果に変化することから基準年における吸収量は正確に測定することが困難であるため、新たに創出されたみどりによる CO₂ 吸収量を評価対象として、基準年から目標年までに増加したみどりの面積などを指標に、CO₂ 吸収量の増加分を推計する。

$$\text{CO}_2 \text{ 吸収量} = \Sigma (\text{活動量} \times \text{吸収係数})$$

iv) 産業分野

基準年の排出量は以下により算定する。

< 製造業 >

① 按分法

製造業エネルギー消費量（市町村）＝製造業全体エネルギー消費総量（所在都道府県）×製造品出荷額合計値（市町村）／製造品出荷額合計値（所在都道府県）

② 積み上げ法

製造業業種別エネルギー消費原単位（全国）＝製造業業種別エネルギー消費（全国）／業種別出荷額（全国）

製造業エネルギー消費量（市町村）＝製造業業種別エネルギー消費原単位（全国）×業種別出荷額（市町村）

< 建設業・鉱業 >

建設・鉱業エネルギー消費量（所在都道府県）×就業者数（市町村）／就業者数（所在都道府県）

< 農林水産業 >

農林水産業エネルギー消費量（所在都道府県）×生産額（市町村）／生産額（所在都道府県）

(2) B A U の排出量推計の手法

基本的な考え方は、基準年の推計手法と同様である。なお、B A U の推計にあたっては、目標年における活動量（交通では交通量、エネルギーでは用途別建物床面積）を変化させ、原単位は規準年と同様にすることが基本である。

第1章 交通・都市構造分野

交通・都市構造分野については、本ガイドラインの第Ⅰ編・第Ⅱ編でとりまとめた低炭素化に向けた対策の考え方と方策を踏まえ、その効果算出の方法を以下の流れに沿ってとりまとめる。

なお、低炭素都市づくりの交通・都市構造対策を検討する際には、CO₂排出量削減効果のみに着目するだけでなく、社会、経済、環境、防災等、都市に関する多様な側面から、総合的に検討する必要がある。

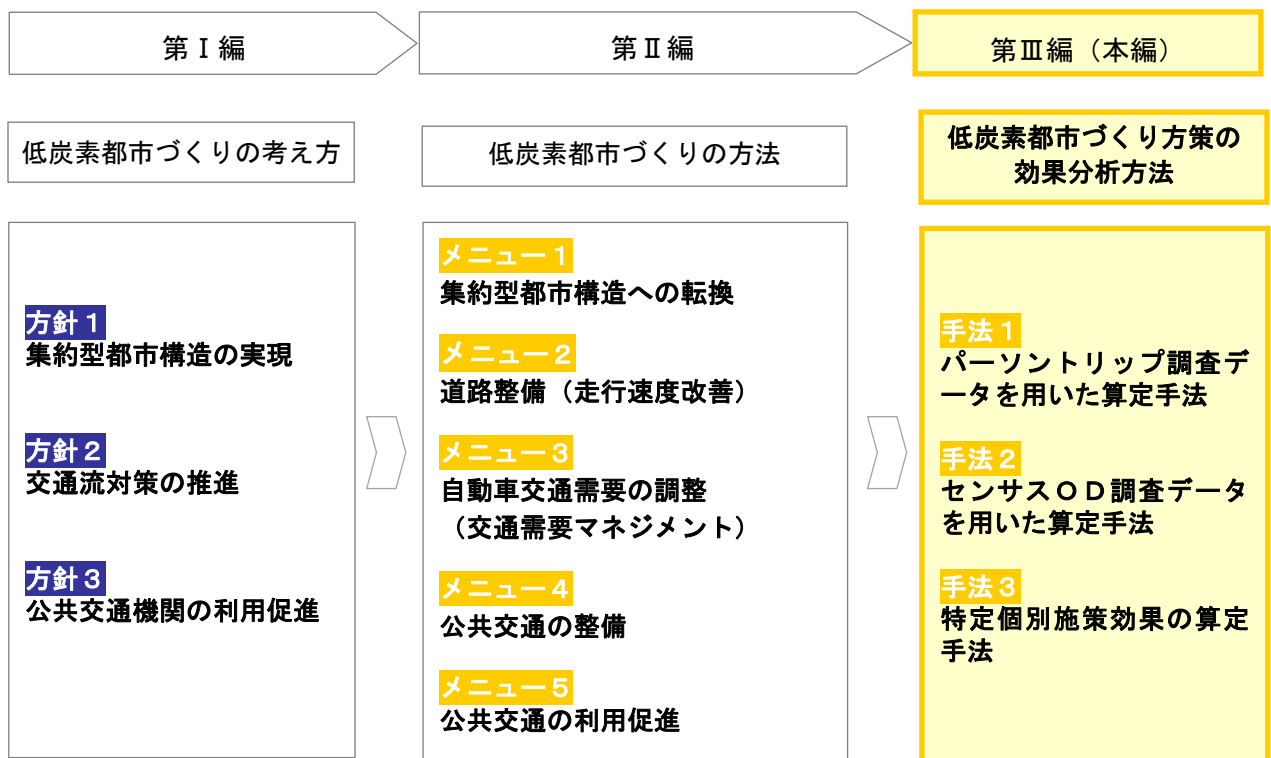


図 1-1 交通・都市構造分野の構成と内容

1-1 対策評価の基本的考え方

1-1 対策評価の基本的考え方

(1) 評価の一般的手順

低炭素化を進めるための各種都市施策による削減効果を推計する一般的な手順は次のように考えられる。

Step1: 施策内容の具体的事項の設定

低炭素化を進めるための施策内容の具体的な事項を設定する。例えば、「公共交通の整備」であれば、新たな公共交通軸の位置、交通モード(LRT、BRT など)などが考えられる。

Step2: 推計手法と必要データの整理

想定する施策の具体的事項をもとに、その効果を推計する手法及び推計に必要な基礎データの整理を行う。

Step3: 推計手法の手順に沿った CO₂排出量削減効果の推計作業

Step4: 推計結果の取りまとめ

<削減効果検討の手順>

<成果イメージ>

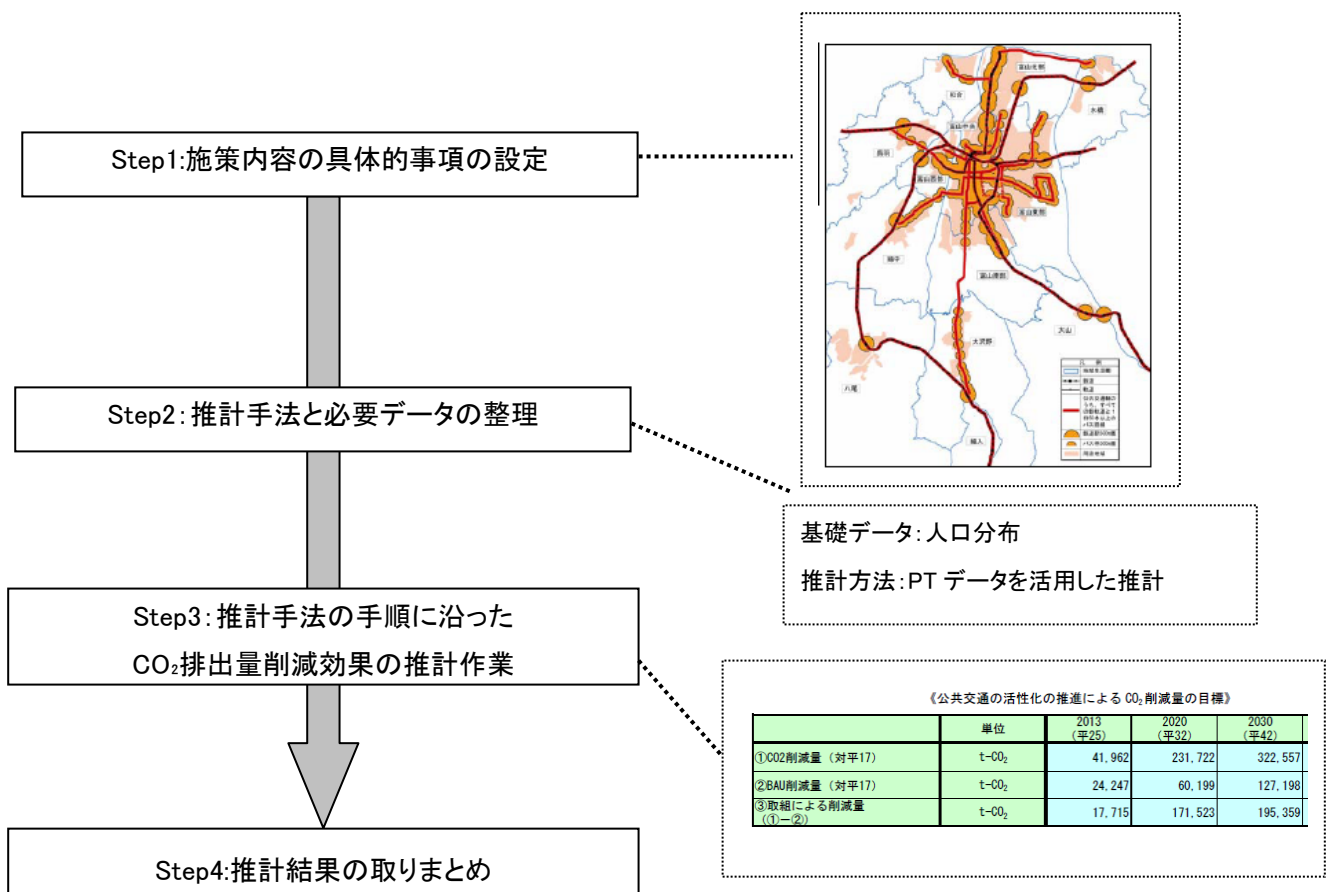


図 1-1-1 削減効果検討の概略手順(交通・都市構造分野を例にして)

(2) 施策内容の設定

■現況分析

収集したデータを用いて土地利用や交通行動の動向の他、交通施設整備状況や公共交通サービス水準など供給面の実態や、背景となる社会・経済状況の変化（人口、経済活動、生活様式）、都市圏の交通問題を整理し、交通面の課題を抽出することが望ましい。また、基準年のCO₂排出量を推計した後、都市構造や交通施設整備とCO₂排出量の関係を分析し、CO₂排出量を削減する際の課題も併せて整理することが望ましい。

■将来の社会構造・都市構造の想定

将来の人口予測や社会動向（少子高齢化、女性や高齢者の就業率向上）を踏まえ、将来の性・年齢階層別人口、就業・従業人口を想定する。また、現況分析結果に基づく都市圏の問題・課題を踏まえ、CO₂排出実態も考慮しながら都市構造・土地利用構想・人口の地域分布を複数案設定することが望ましい。

■低炭素都市に向けた将来交通シナリオの検討

都市圏の問題・課題や設定した将来人口の地域分布などを踏まえて、低炭素都市づくりに資する交通施設整備（道路、鉄道、バス走行空間の整備）、やソフト的施策等の交通施策を検討する。検討した交通施策を踏まえて、これらを組合せたシナリオについて複数の代替案を設定することが望ましい。代替案の設定にあたっては、施策を最大限盛り込んだシナリオ、実現可能性を考慮したシナリオ、施策を実施しないBAUシナリオなど、複数のシナリオを用意することが望ましい。

(3) 効果予測手法の選定

削減効果を検討する対象範囲は、居住者の交通が概ね完結する都市圏や都市計画区域マスタープランの範囲などが考えられる。また、削減効果は、将来のBAUを基準ケースとして、対策を講じたケースとの差分である削減量で求める。

本ガイドラインでは、CO₂排出量の削減効果の算定方法について、使用可能なデータに応じて3通り提示した。1つは、パーソントリップ調査データを用いた算定方法であり、主にパーソントリップ調査を実施している都市圏で適用可能な方法である。一方、パーソントリップ調査を実施していない都市圏を対象に、道路交通センサスOD調査を用いた算定方法を提示した。

さらに、上記の2つ以外の方法として、ソフト的な施策（モビリティ・マネジメント（MM）対策など）、対象範囲がパーソントリップ調査ゾーン、センサスゾーンから鑑みて小さな範囲の施策（都市型レンタサイクル対策など）については、特定個別施策効果評価手法として提示している。

パーソントリップ調査を実施している都市圏

⇒パーソントリップ調査データを用いた算定手法

パーソントリップ調査を実施していない都市圏

⇒センサスOD調査データを用いた算定手法

パーソントリップ調査データ、センサスOD調査データ以外の手法を用いる算定

⇒特定個別施策効果の算定手法

1-2 パーソントリップ調査データを用いた算定手法

(1) パーソントリップ調査データによる効果予測の適用性

パーソントリップ調査データ及びデータに基づいて構築されたモデルを利用することにより、都市内のゾーン別交通特性、交通流動を分析できるとともに、将来の人口フレーム値等に基づく将来交通量の予測、交通サービス水準設定による、都市内の交通手段別の分布交通量の変化などを予測することができる。(※)

従って、交通・都市構造に関わる種々の施策の設定による交通量変化、CO₂排出量の予測が可能である。

※パーソントリップ調査データに基づいて構築されたモデル（p16の図の中の各モデル）は、パーソントリップ調査の対象範囲（通勤通学など日常の生活交通の範囲を目安として設定された都市圏）で使われている交通手段やOD分布のデータを用いて構築されているため適用範囲に限界があり、都市圏の外の交通や交通手段に関する分析においては適用性が保証されないこと等に留意が必要である。また、誘発交通量については加味されていない。

(2) パーソントリップ調査データを使った基本的な交通量需要予測手順

＜都市交通マスタープランの交通需要予測モデル＞

パーソントリップ調査を実施した都市圏では、都市交通マスタープランを検討する目的で、将来の交通需要予測を行っている。一般に、四段階推計法が用いられ、生成交通量、発生・集中交通量、分布交通量（OD表）、分担交通量を推計し、目的別代表交通手段別OD表を推計した後、道路ネットワーク、公共交通ネットワークに配分し、配分交通量（路線別交通量）を推計する。推計に必要な一連のモデルは、パーソントリップ調査で作成している。

＜四段階推計法の概要＞

① 生成交通量、発生・集中交通量の推計

対象都市圏全域のトリップ総数、及び、各ゾーン別の発生、集中交通量を推計する。

② 分布交通量（OD表）の推計

①で求めた各ゾーンの発生、集中交通量が、どのゾーンへ何トリップ行くことになるのか推計する。

③ 分担交通量（交通手段別OD表）の推計

②で求めたゾーン間OD表を、交通手段別に分解し、交通手段別のOD表を推計する。

④ 配分交通量（路線別交通量）の推計

各ゾーン間の交通手段別交通量が、どの経路にどの程度流れるか推計する。

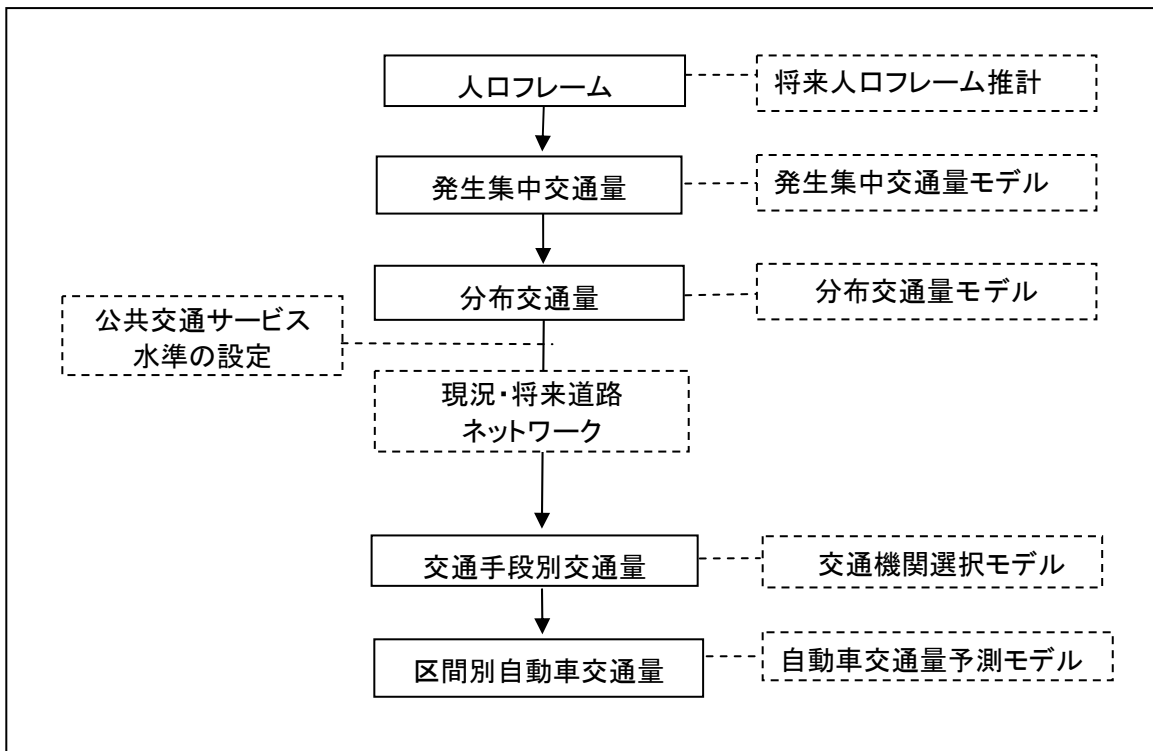


図 1-2-1 パーソントリップ調査における交通需要予測フローの例

(3) 効果算定に必要なデータの整備

パーソントリップ調査で作成した交通需要予測モデルの使用を前提とし、モデルへの入力データである将来人口フレームと、施策の実施位置・エリアやサービスレベルから作成した交通サービス水準 (LOS)¹データを用意する。

表 1-2-1 効果算定に必要なデータ

必要なデータ	使用目的
<ul style="list-style-type: none"> 将来の人口フレーム (ゾーン別夜間、就業、従業、居住地・通学地学生人口) 施策の実施位置・エリア、サービスレベル (運行頻度、運賃等) 	<ul style="list-style-type: none"> パーソントリップ調査で作成した交通需要予測モデルへの入力データ 施策効果を予測するためのLOSデータの作成

<パーソントリップ調査の実施年が古い場合の対処>

パーソントリップ調査の実施年が古い場合に、現状の交通行動を反映していない交通需要予測モデルを使用する可能性がある。このような場合は、パーソントリップ調査をすみやかに実施し、最新のデータ及びモデルを適用することが望ましい。しかし、パーソントリップ調査の実施が困難な場合などの代替手法としては、例えば、小サンプルのパーソントリップ調査や選好意識調査を行い、これらのデータを基に上図のフローに従い既存モデルを補正する方法などが考えられる。

1:Level of Service.公共交通であれば、運行速度、運行頻度、料金など、道路交通であれば旅行速度など交通のサービス水準を表す指標

(4) パーソントリップ調査を用いた CO₂ 排出量削減効果予測の手順1) 集約型都市構造による CO₂ 排出量削減効果予測

予測する将来の対象年次を設定した上で、既定計画で想定されている将来人口を踏まえて、コーホート法による性年齢階層別人口（夜間人口）の推計を基本に検討を行う。その他の人口については、この夜間人口をベースに、将来の就業率や就学率、就業・従業比率や就学・従学比率を用いて就業・従業人口や就学・通学人口を推計する。一方、都市構造の検討では、既定計画を参考に現況の人口分布や今後の都市開発の状況を踏まえた将来趨勢ケース（BAU）と、人口分布が都心部や拠点、公共交通沿線に移動する集約型都市構造を志向した将来対策ケースを設定する。

- 将来人口を想定している既定計画としては、都市計画区域マスタープラン、市町村マスタープラン、都市交通マスタープラン等があり、これらで想定されている将来人口を用いることが考えられる。
- コーホート法による推計では、人口問題研究所の出生・出生性率、残存率などが参考となると考えられる。人口問題研究所は設定した出生率や残存率で推計した都道府県別人口や市町村別人口も公表しているので、これらも参考になると考えられる。
- 交通需要予測モデルへのインプットデータとしての都市構造は、ゾーン別の人口、すなわち人口配置である。したがって、都市機能の配置に応じた人口配置を検討する必要がある。
- 将来対策ケースの都市構造の検討は、現況分析の結果と開発可能用地への収容人口などを考慮して検討することが考えられる。集約型都市構造を検討する場合、現況分析で行った通勤・着トリップあたりの CO₂ 排出量の分析結果を活用すると有効である（例えば、通勤・着トリップあたりの CO₂ 排出量が少ないゾーンに従業人口を多く配置し、このゾーンに到着するトリップのトリップ当たり排出量が少ない発ゾーンに夜間人口を配置するなど考えられる）。

2) 交通施策による CO₂ 排出量削減効果予測

都市交通マスタープランや都市・地域総合交通戦略などに位置付けられた交通政策の方向性を十分に踏まえた上で、都市の現況分析の結果や想定した都市構造などを考慮して、複数の交通シナリオを検討する。

次に、パーソントリップ調査で作成しているモデルを用いて、設定した交通シナリオ別に交通手段別の交通量を推計する。

その後、本ガイドラインに記載の CO₂ 排出量推計方法（p7 の基準年の排出量推計の計算式に同じ）を用いて排出量を推計し、将来対策ケースと将来趨勢（BAU）ケースとの比較で CO₂ 排出量削減効果を求める。

- ここでいう交通シナリオとは、個々の交通施策を複数組合せたパッケージ施策である。
- 施策の組合せは地方公共団体で任意に設定するものであり、必ずしも前述の都市構造の設定と交通シナリオの設定を組合せる必要はない。

1-3 センサス OD 調査データを用いた算定手法

(1) 効果予測の手順

CO₂排出量削減効果の策定手順は、次頁のように考えられる。

対象都市のセンサス自動車 OD 交通量の分布状況（現況及び将来の OD 表）をベース資料として活用し施策実施前の CO₂ 排出量を推計する。次に、対象とする施策の影響範囲*を想定（関連する自動車 OD 交通量の抽出）し、当該施策に対応する CO₂ 削減率*を影響範囲に適用することにより、施策効果としての CO₂ 排出量削減量を推計する。

なお、この手法は、行政担当者が、既存資料をベースに机上において省 CO₂ に関する各種の施策の効果について、自動車 OD 分布状況に当てはめて、排出量の概略の削減量を試算することを目的とした便宜的な手法であって、施策による交通量の変化などの詳細について算定することが出来ないことに留意が必要である。

○本手法は自動車 OD 交通量ベースでの計算であり配分交通量ベースでの計算ではないため、交通流対策の施策を設定したとしても、速度改善効果（CO₂ 排出原単位に影響）については精度が高い予測が出来ないことに留意すべきである。ただし、過去の類似の事例など独自に十分な知見があれば速度改善効果を設定することが考えられる。その場合、その後のモニタリング等で適宜 CO₂ 排出量のチェックを行い、PDCA サイクルに従って適切な見直しを行うことが望ましい。

※施策の影響範囲と CO₂ 削減率については、他都市の事例や、パーソントリップ調査を実施している都市圏での交通需要予測モデルを用いて分析した結果を参考に、条件等を確認した上で設定することが考えられる。

<CO₂ 排出量の推計式>

CO₂ の排出量は、車種別の将来 OD 交通量と OD ゾーン間距離と車種別 CO₂ 排出原単位を用いて OD 別に推計することが考えられる。

$$\text{OD 別 CO}_2 \text{ 排出量 (g)} = \sum (\text{車種別 OD 交通量 (台)} \\ \times \text{OD ゾーン間距離 (km)} \times \text{車種別 CO}_2 \text{ 排出原単位 (g/台} \cdot \text{km)})$$

1-3 センサス OD 調査データを用いた算定手法

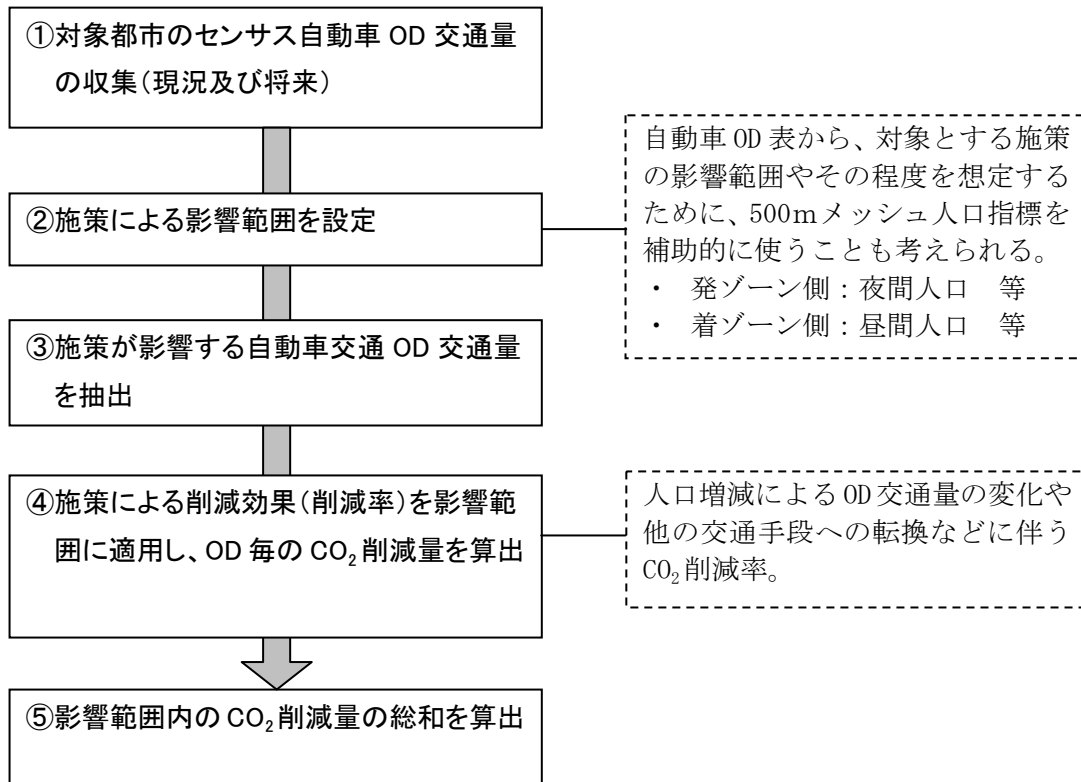


図 1-3-1 算定手順

1-3 センサス OD 調査データを用いた算定手法

(2) 効果算定に必要なデータの整備

目標年次の排出量推計に必要な将来の自動車 OD 交通量と施策の影響範囲を想定するために必要な地域統計メッシュデータ、施策の効果エリアを特定するための施策の実施位置・エリアに関する情報を用意する。

表 1-3-1 効果算定に必要なデータ

必要なデータ	使用目的
<ul style="list-style-type: none">・ 自動車の現況と将来 OD 表・ 国勢調査及び事業所・企業統計調査の地域統計メッシュ（人口データ）・ 施策の実施位置・エリア	<ul style="list-style-type: none">・ 目標年次の排出量推計・ 施策の影響範囲の想定・ 施策が影響するエリアと当該エリアでの削減効果の設定

【補足資料】

○計算例 ーある都市におけるモビリティ・マネジメント実施を想定した場合の計算手順ー

<前提条件等>

- 平成19年度、20年度に実施された市内のバス路線沿線住民へのモビリティ・マネジメント(MM)による、公共交通への転換率の実績値を使って、自動車交通台キロの削減量を推計した上で、CO₂削減量を推計した。
- 将来交通量は自動車交通をセンサス OD (将来 H42 年) を用いた。

<予測式>

CO₂ 排出削減量 [t-CO₂/年]

= 中心部ゾーン関連 OD 交通量 [台] × 転換率 [%] × 各ゾーンから中心部ゾーンまでの距離 [km] × 自動車から発生する CO₂ 排出量原単位 [t-CO₂/台・km]

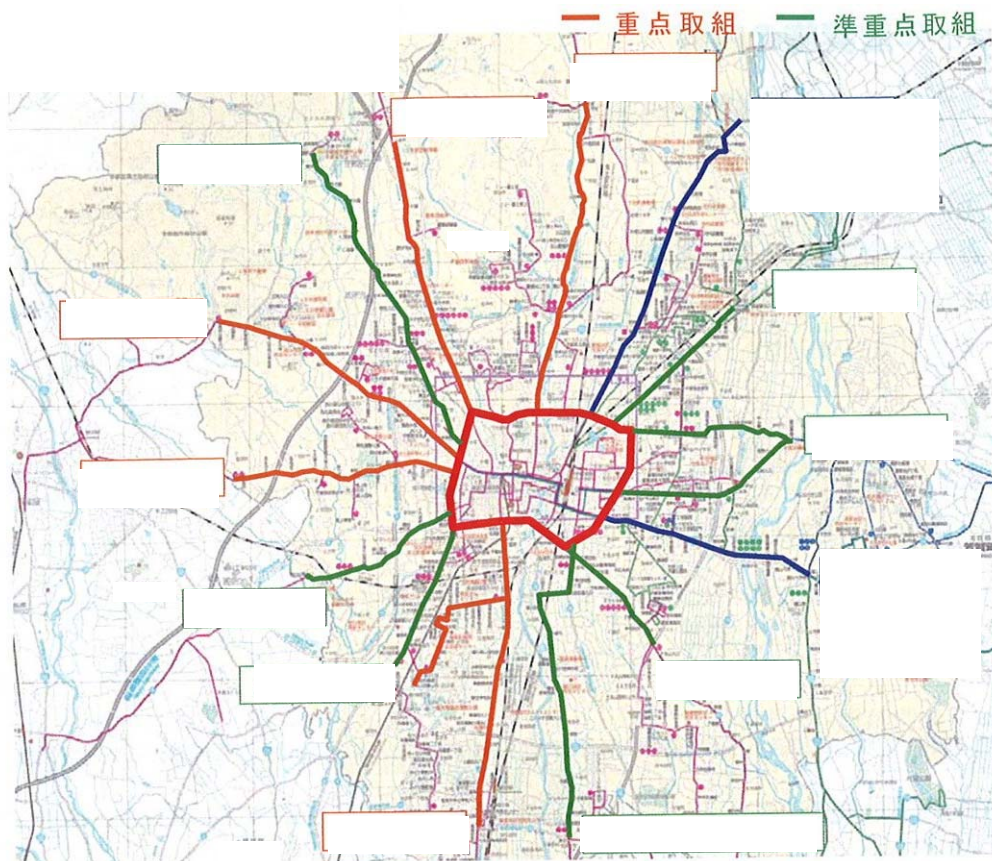


図 市内路線バス路線図

<CO₂削減量算出手順>

- ① 施策の影響範囲 (CO₂算出対象範囲) を設定
 - ・ 施策の影響範囲として、MM対象バス路線から 1 km 内のメッシュ (500m メッシュ) を設定
 - ・ 1 km 内のメッシュから都心ゾーンへのODを削減対象として設定
- ② 自動車OD交通量を 500mメッシュに分割
 - ・ 各ゾーンのODを、発生側は夜間人口、集中側は昼間人口により当該ゾーンに含まれるメッシュに按分
- ③ 施策による影響範囲内のメッシュからのOD交通量の抽出
 - ・ 施策による影響範囲内の各メッシュと都心ゾーン間の自動車OD交通量を抽出

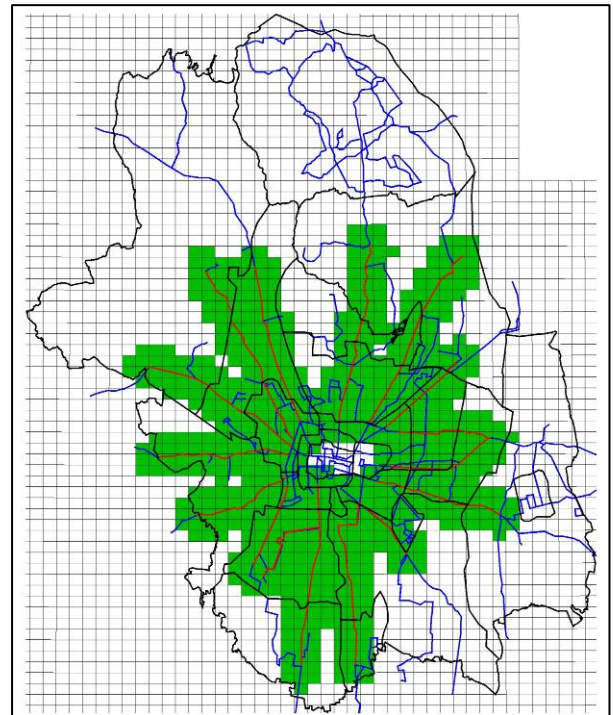


図 MM対象路線から 1 km 範囲のメッシュ

- ④ 施策による削減率 (転換率) の設定
 - ・ 自動車からバスへの転換率を、モビリティマネジメント・アンケートより 8%として設定
 - ⑤ 対象とするメッシュと目的地までの距離を設定
 - ・ 距離は、各メッシュ中心と目的地 (都心) までの直線距離を算出し、その距離を 1.2 倍※したものを走行距離として使用
- ※本都市のメッシュ中心間の道路走行距離とメッシュ間距離は右図のような関係にある (道路走行距離 = 1.2 × 直線距離)

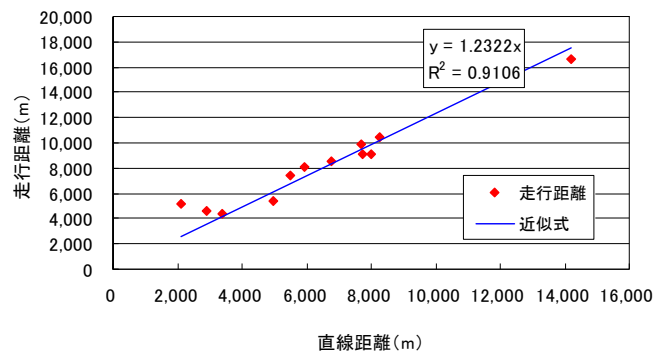


図 実走行距離と直線距離の関係

- ⑥ 対象とするメッシュ関連ODの削減交通量・CO₂排出削減量を算定
 - ・ 地域の燃料消費量と走行台キロから CO₂排出量原単位を算出
 - ・ 以下の式より、各メッシュの CO₂排出削減量を算出
$$\text{CO}_2 \text{ 排出削減量} = \text{OD 交通量 (3)} \times \text{交通量削減率 (4)} \times \text{目的地までの走行距離 (5)} \times \text{CO}_2 \text{ 排出量原単位 (6)}$$
- ⑦ 影響範囲内のメッシュ関連の削減量の総和を算出

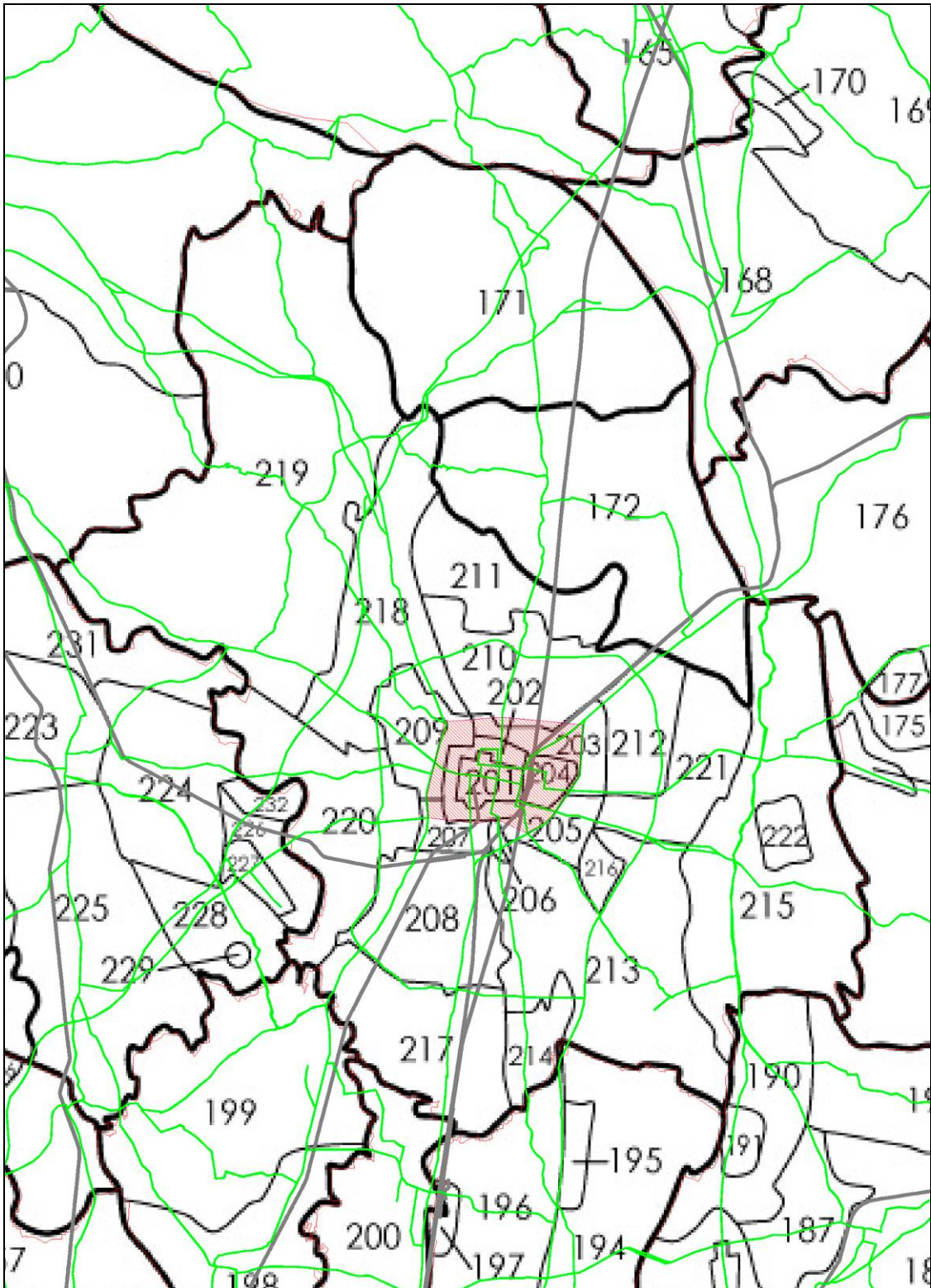


図 ある都市のセンサスゾーンと道路網

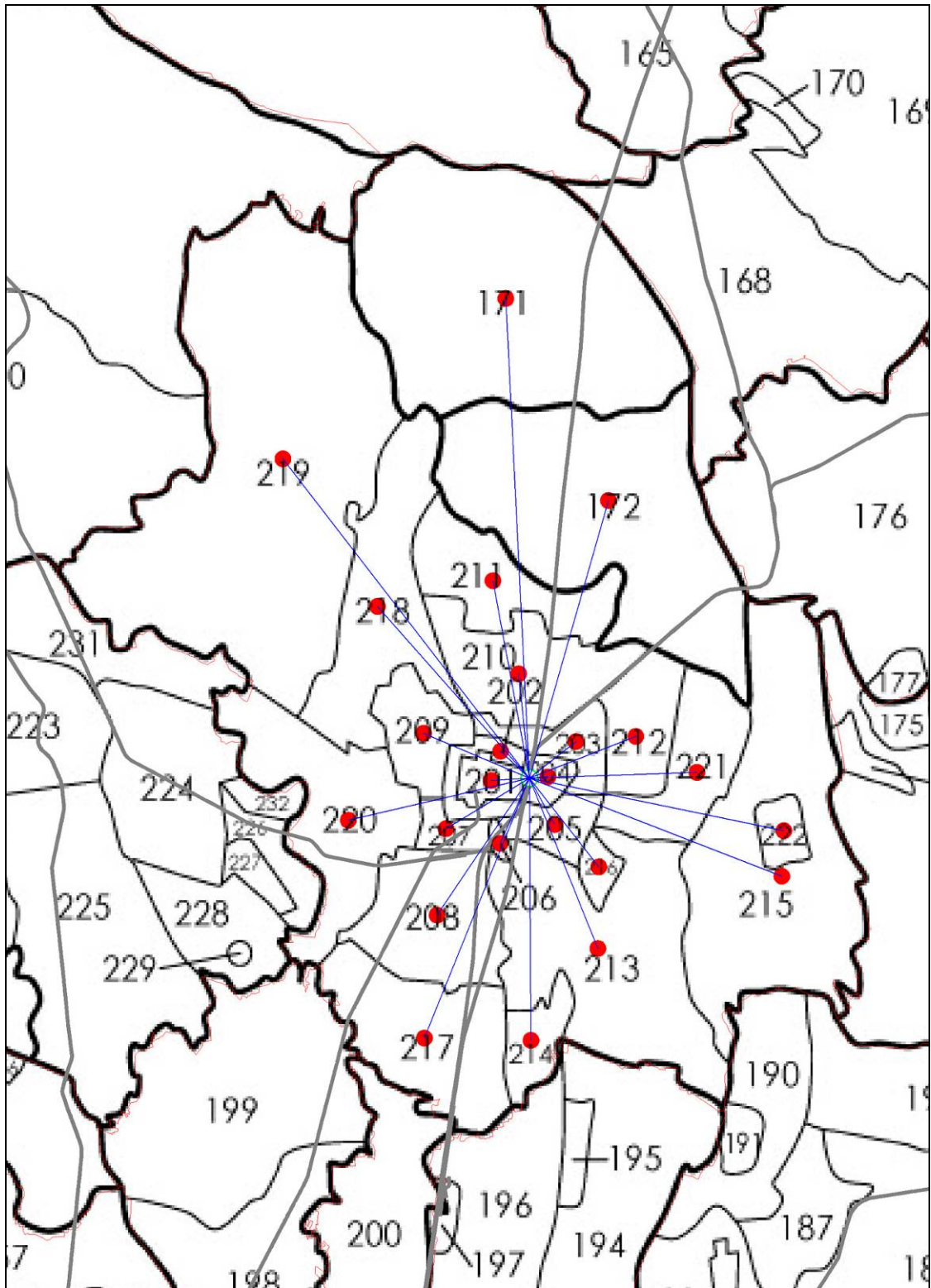


図 推計対象としたゾーンとゾーン中心

1-4 特定個別施策の評価

(1) 基本的考え方

ここで、「特定個別施策」と呼ぶ施策は、施策の影響範囲の観点から、先に示したパーソントリップ調査データ、センサスデータなどの適用が難しいと考えられる施策とする。これに含まれる施策は、交通需要マネジメント、自動車利用の工夫などの、ソフト施策に関わる施策、駐車施策による誘導、レンタサイクルの導入など、限られた地区を対象とする施策、これまでの交通手段とは異なる新たな交通手段の導入施策などが含まれる。

これらの施策評価に関しては、施策効果の実績が少ないこともあり、施策ごとに必要となる前提条件を設定して評価することとする。

(2) 特定個別施策評価の例

① 自転車利用の促進

i) 施策の意図

- 都心部等への都市型レンタサイクルの導入により、自動車から自転車の利用転換を促進し、CO₂排出量の削減を図る。

ii) 施策内容

自転車を導入して、都心部に配置し、レンタサイクルとして活用する。

iii) 効果分析の手法・手順

<基本的な考え方>

レンタサイクルの稼働率を想定して、その利用の一部が自動車利用からの転換としてCO₂の削減量を算出。

<予測式>

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出削減量}[\text{kg-CO}_2/\text{年}] = & \\ & \text{貸自転車台数}[\text{台}] \times \text{稼働率} \times \text{稼働日数}(\text{日}/\text{年}) \times \\ & \text{中心市街地内・外利用率}[\%] \times \text{1日の平均移動距離}[\text{km}/\text{台}] \div \text{自動車の燃費}[\text{km}/\text{l}] \times \\ & \text{ガソリン1リットルあたりのCO}_2 \text{ 排出係数}[\text{kg-CO}_2/\text{l}] \times \text{自動車利用からの転換率}[\%] \end{aligned}$$

※1 1日の平均移動距離は、中心市街地内外の自動車による1日平均移動距離とする。

※2 自動車利用からの転換率は、ニーズアンケート調査等により把握。

※3 中心市街地内・外率は、レンタサイクル利用者が利用しない場合に、中心市街地内のみを自動車で移動する人と内と外の間を利用する人の比率。

② 自動車利用の工夫（高齢者自動車免許返納制度）

i) 施策の意図

- 高齢者に対する自動車運転免許返納制度の導入により、自動車から公共交通への利用転換を促進し、CO₂排出量の削減を図る。

ii) 施策内容

65歳以上を対象に自動車免許の返納制度を導入し、返納者には公共交通（バス、路面電車など）の乗車券を配布する。

iii) 効果分析の手法・手順

<基本的な考え方>

返納者数を設定することで、返納者に関わる自動車利用からの転換台数からCO₂の削減量を算出。

<予測式>

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出削減量}[\text{kg-CO}_2/\text{年}] = & \\ & \text{免許返納申請者数}[\text{人}] \times \text{自動車利用率}[\%] \times \text{一日の走行距離}[\text{km}/\text{日}] \times \text{年間運転} \\ & \text{日数}[\text{日}/\text{人} \cdot \text{年}] \div \text{自動車の燃費}[\text{km}/\text{l}] \times \text{ガソリン1リットルあたりのCO}_2 \text{ 排出} \\ & \text{係数}[\text{kg-CO}_2/\text{l}] \end{aligned}$$

③ 駐車場施策による誘導

i) 施策の意図

- フリンジパーキング整備により、都心部の自動車流入抑制を図り、都市環境の向上と、CO₂排出量の削減を図る。

ii) 施策内容

都心の外延部（フリンジ）に駐車場を整備し、都心部の自動車流入抑制を図っていく施策。

iii) 効果分析の手法・手順

<基本的な考え方>

フリンジパーキング利用台数相当が都心内の移動を避けることで、都心内移動にかかる CO₂ 排出の削減量を算出。

<予測式>

$$\text{CO}_2 \text{ 排出削減量 [kg-CO}_2 \text{ / 年]} =$$

$$\text{フリンジパーキング利用台数 (都心部走行減少台数) [台/年]} \times \text{都心部平均移動距離 [km]} \times$$

$$\text{自動車 1 台あたり 1km 移動あたりの CO}_2 \text{ 排出原単位 [kg-CO}_2 \text{ / 台} \cdot \text{km]}$$

④ 環境対応車の導入

i) 施策の意図

- 環境対応車の普及促進及び公用車の環境対応車への転換によりCO₂排出量の削減を図る。

ii) 施策内容

大気汚染物質の削減、低炭素社会に向けた二酸化炭素の排出削減及び省エネルギー社会を目指し、環境対応車を普及・促進する。

iii) 効果分析の手法・手順

<基本的な考え方>

車種別走行台キロ×排出量原単位×車種別のガソリン車との排出量比により、CO₂削減量を算出。

<予測式>

$$\text{CO}_2 \text{ 排出削減量 [kg-CO}_2 \text{ / 年]} =$$

$$\text{車種別走行台キロ [台キロ]} \times \text{環境対応型車の普及率 [\%]} \times \text{CO}_2 \text{ 排出原単位}$$

$$[\text{kg-CO}_2 \text{ / 台キロ} \cdot \text{日}] \times \text{環境対応型車のガソリン車との CO}_2 \text{ 排出量比} \times 365 \text{ 日}$$

1-5 目標設定の考え方

先に示した手法により、個別対策別に削減効果が得られるため、個別対策ごとの削減効果を積上げて交通・都市構造分野での削減効果を算出することが可能である。この値をもとに、都市に関する施策で実現可能な水準を明らかにし、目標として設定することが考えられる。なお、パーソントリップ調査データを用いた方法では、個別対策を全て盛り込んだパッケージ施策での削減効果が得られるため、この値をそのまま目標値として設定することも可能である。

第2章 エネルギー分野

エネルギー分野については、本ガイドラインの第Ⅰ編・第Ⅱ編でとりまとめた低炭素化に向けた対策の考え方と方策を踏まえ、その効果算出の方法を以下の流れにそってとりまとめる。

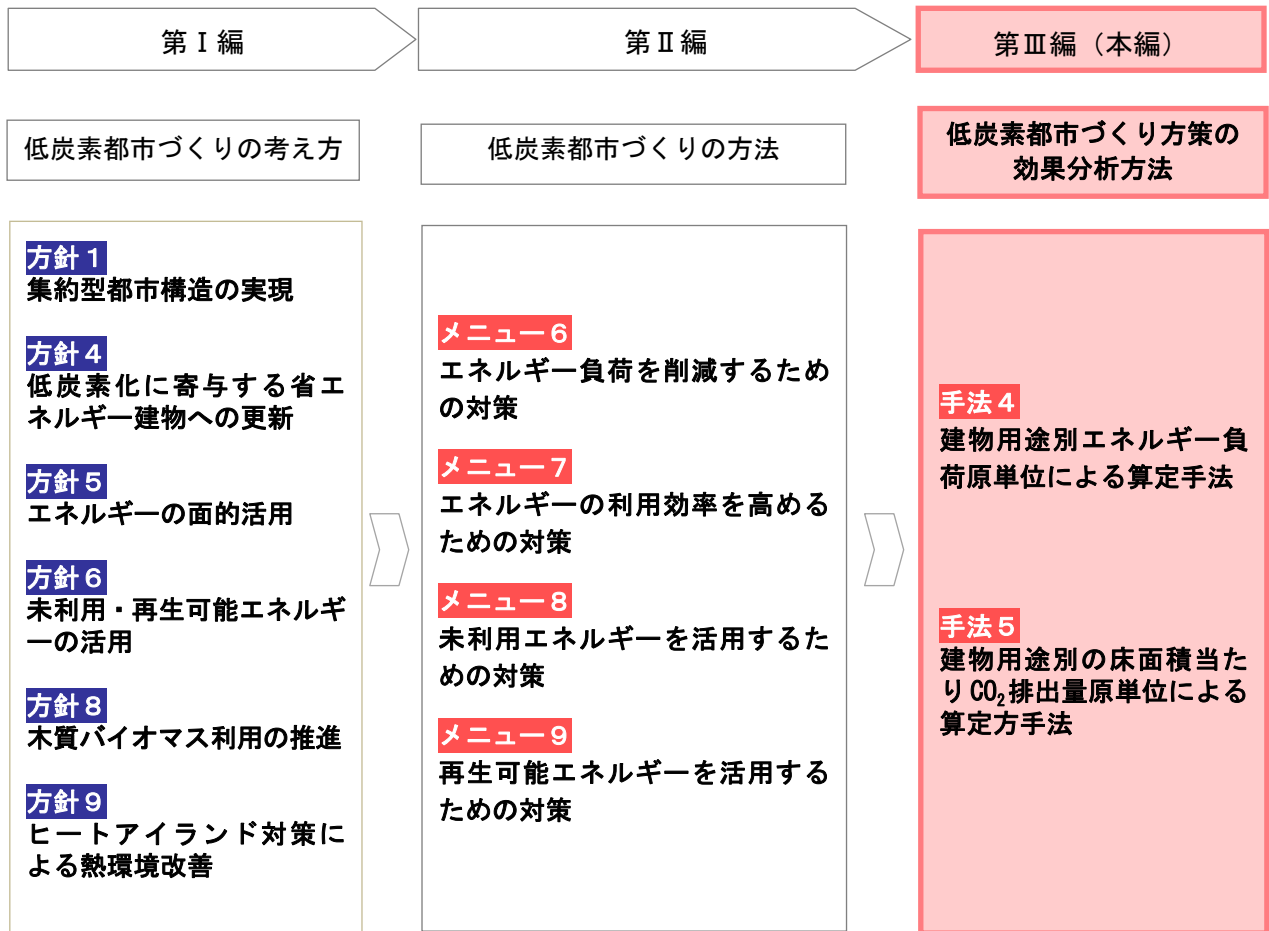


図 2-1 エネルギー分野の構成と内容

2-1 対策評価の基本的考え方

(1) 評価の一般的手順

低炭素都市づくりの指標となる CO₂ 排出量は基本的に次式により算定される。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{活動量} \times \text{原単位} \times \text{炭素集約度}$$

上記をもとにした、低炭素都市づくりのための各種施策の効果を推計する一般的な手順は次の通りである。

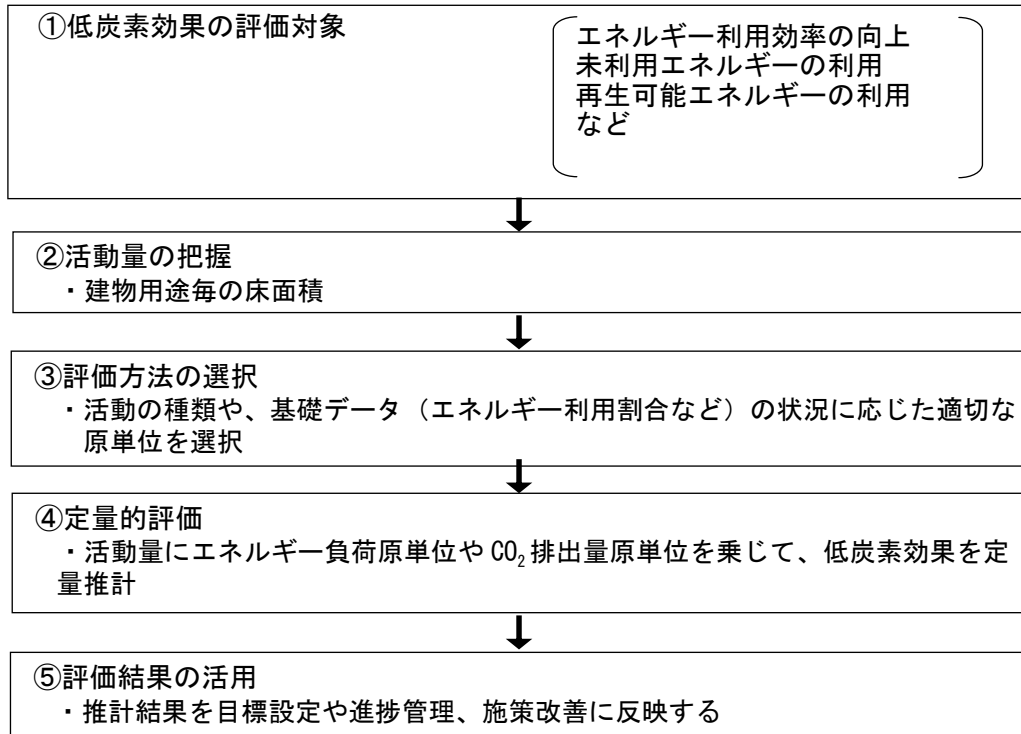


図 2-1-1 対策評価の手順

① 低炭素効果の評価対象

建物や地区・街区のエネルギー利用効率の向上や未利用エネルギー、再生可能エネルギーの利用などの評価対象の抽出を行う。

② 活動量の把握

都市の活動量を建物のエネルギー消費量により把握するものとする。建物のエネルギーの負荷は、一般に建物の床面積に相関することが知られていることから、対象地域の建物用途毎の床面積を把握する。

③ 評価方法の選択

評価対象範囲の建物に関連するエネルギー指標・データの入手可否に応じて CO₂ 排出量算出が可能となるよう、CO₂ 排出量の算出方法を下記のフローに沿って選択することとする。

建物用途別エネルギー負荷原単位を用いて算出する方法は、対象地域における電気・ガス利用量が想定されている場合に用いる。建物用途別の CO₂ 排出量原単位を用いて算出する方法は、電気・ガスの利用量が不明な場合に、CO₂ 排出量を算出する方法である。

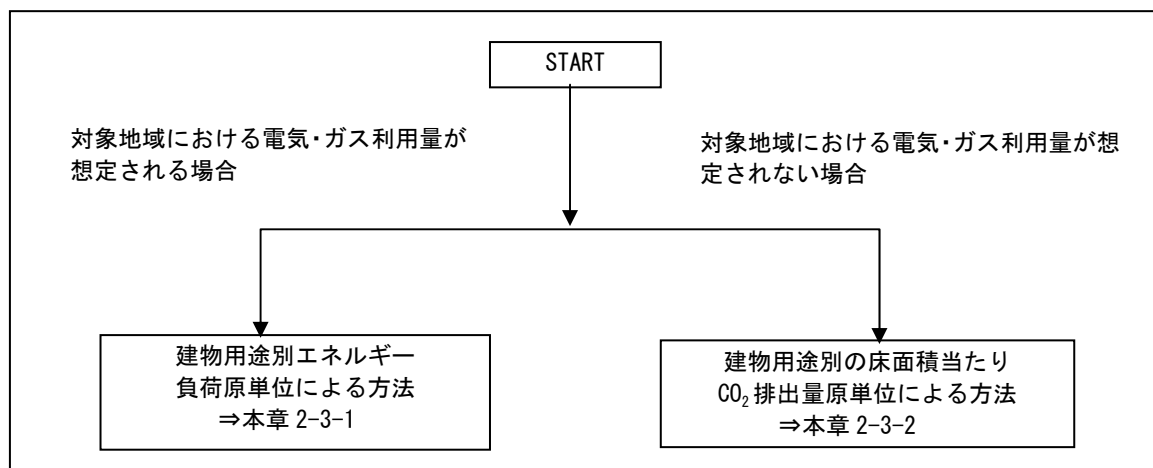


図 2-1-2 評価方法の選択

④ 定量的評価

エネルギー負荷や CO₂排出量を原単位として指標化し、対策の対象となる建物床面積に乗じることにより、建物のエネルギー負荷を算定することができる。

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{CO}_2 \text{ 排出量} & = & \text{活動量} & \times & \text{原単位} & \times & \text{炭素集約度} \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 \boxed{\text{建物延床面積}} & \times & \boxed{\text{建物エネルギー負荷原単位}} & \times & \boxed{\text{排出係数}} \\
 & & \text{÷ 熱源設備総合効率} & & \\
 & & \underbrace{\hspace{10em}} & & \\
 & & \boxed{\text{(建物用途別 CO}_2 \text{ 排出原単位)}} & &
 \end{array}$$

⑤ 評価結果の活用

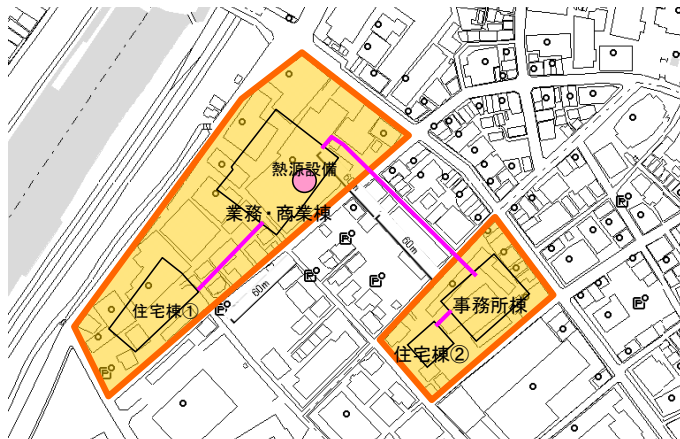
現況（基準年における CO₂ 排出量）、将来の趨勢的な CO₂ 排出量（BAU）の把握に評価結果を活用する。さらに、低炭素都市づくりを推進するための施策毎の効果の把握や、目標年までの建物単体対策及び都市施策として取り組む低炭素対策の積上げによる効果を把握し、将来の目標値の設定や施策の見直しなどに活用することが考えられる。

2-2 低炭素対策の削減効果

(1) 都市施策として取り組む低炭素対策の削減効果

低炭素都市づくりにおいては、建物単体の更新の機会を面として捉え、低炭素対策の規模の拡大、相乗的な削減効果の発現を図ることが重要であり、市街地再開発事業や土地区画整理事業など、まちづくりの様々な契機を捉えて低炭素対策を計画的に実施することが有効である。したがって、エネルギー分野では、都市づくり部門が捉える面的な建物更新の範囲を対象として低炭素対策の効果分析を行うことを基本とする。具体的な検討対象範囲は、地区、街区レベルで建物更新を面として把握する場合に想定される以下の範囲が考えられる。なお、都市計画基礎調査等による GIS（地理情報システム）データを活用することにより、候補となる地区の抽出が可能となる。

- ①都市開発により建物の面的な機能更新を行うエリア
- ②機能的な更新時期を迎える個別建物群をグループ化して、集団的に機能更新を行うエリア（耐震工事、リフォーム、設備改修等）
- ③公共施設等の拠点的施設の更新に合わせて、隣接する個別建物群を含んで機能更新を行うエリア



都市開発により建物の面的な機能更新を行うエリアの例



集団的な建物機能更新を行う
エリアの例



拠点的施設の更新と隣接する建物の
機能更新を行うエリアの例

(2) 対策効果の算定方法

新実行計画との対応を考慮し、次の①～③に示す CO₂ 排出量を算出・想定する。都市施策による削減効果が把握できるように、都市施策による効果と都市施策によらない個々の建物の削減対策効果に分けて算出する。

①基準年度のCO₂排出量を把握

建物のエネルギーの消費は一般に建物の床面積に相関することから、対象地域の建物用途毎の床面積からエネルギー利用量を算出し、CO₂ 排出量を把握する。

②趨勢的な排出量 (BAU) 把握

更新後の建物床面積を想定し、趨勢的なエネルギー利用量を推定することで CO₂ の排出量の把握をする。

③対策実施後の排出量把握

低炭素対策取組後に想定される CO₂ 排出量を算出する。

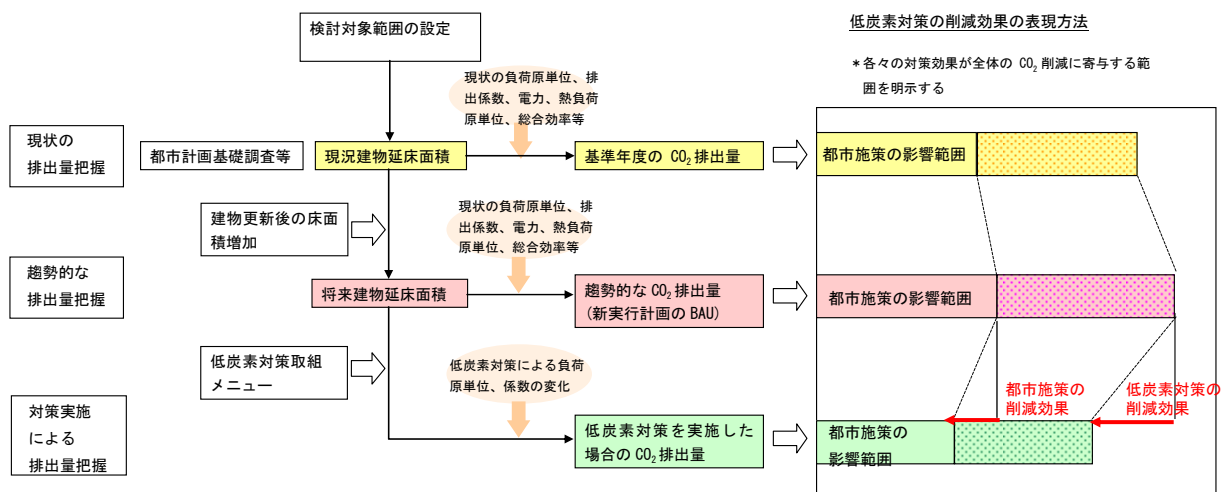


図 2-2-1 低炭素対策の削減効果の表現方法

2-3 CO₂排出量の算定方法

評価対象範囲の建物に関連するエネルギー指標・データの入手可否に応じてCO₂排出量算出が可能となるよう、建物用途別エネルギー負荷原単位を用いて算出する方法（2-3-1節）と、建物用途別のCO₂排出量原単位を用いて算出する方法（2-3-2節）について示す。

2-3-1 建物用途別エネルギー負荷原単位を用いて算出する方法

建物用途別エネルギー負荷原単位を用いて算出する方法は、対象地域における電気利用量やガス利用量などが想定されている際に用いる。建物用途別のCO₂排出量原単位を用いて算出する方法は、電気・ガスの利用量等が不明な場合に、より簡易にCO₂排出量を算出する方法である。

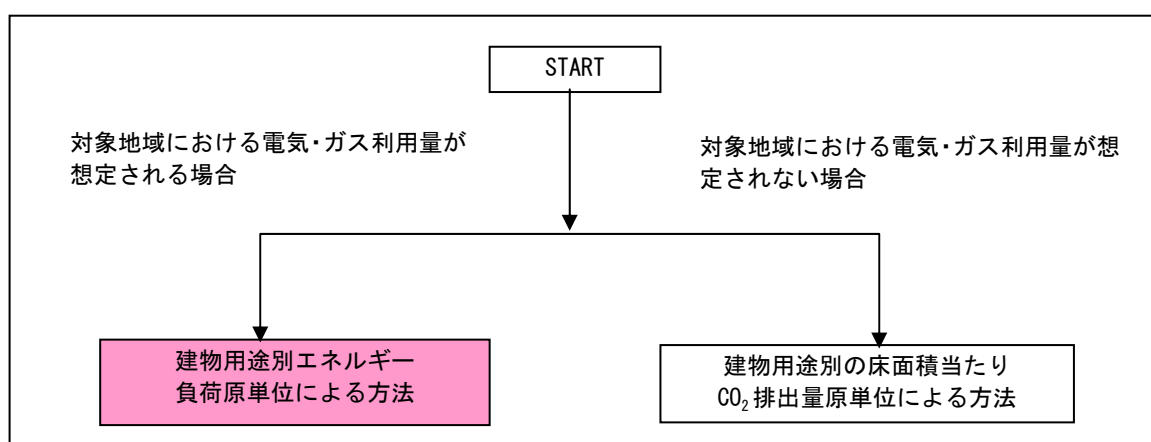


図 2-3-1-1 評価方法の選択（建物用途別エネルギー負荷原単位）を用いて算出

建物用途別エネルギー負荷原単位を用いて算出する場合は、CO₂排出量は下記の式で求められる。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{建物延床面積} \times \text{建物用途別エネルギー負荷原単位} \\ \div \text{熱源設備総合効率} \times \text{エネルギー種別排出係数}$$

建物のエネルギー消費量は、室内環境を維持するための冷房、暖房の熱量や、給湯の熱量、照明や電気製品の電力量等の要素に区分される。この熱量や電力量を以下では「冷房負荷」「暖房負荷」「給湯負荷」「電力負荷」と記載する。

建物のエネルギーの負荷は、一般に建物の床面積に相関することが知られている。これを原単位として指標化し、対策の対象となる建物延床面積に乘じることにより、建物のエネルギー負荷を算定することができる。

また、建物の冷房、暖房、給湯の負荷が同じであっても、電力、都市ガス等のエネルギー消費量が建物によって異なることがある。これは、冷房、暖房、給湯を行う熱源設備の性能が建物によって異なるためである。熱源設備の性能は、冷房、暖房、給湯の各設備によって異なり、また、電力、都市ガス等使用するエネルギーによっても異なるが、ここではそれらを総合化して、熱負荷の合計に対するエネルギー消費量の比率を指標化するものとした。この指標を以下では「熱源設備総合効率」と記載する。

以上を整理して建物用途別エネルギー負荷原単位を用いてCO₂排出量を算出する方法を以下に示す。

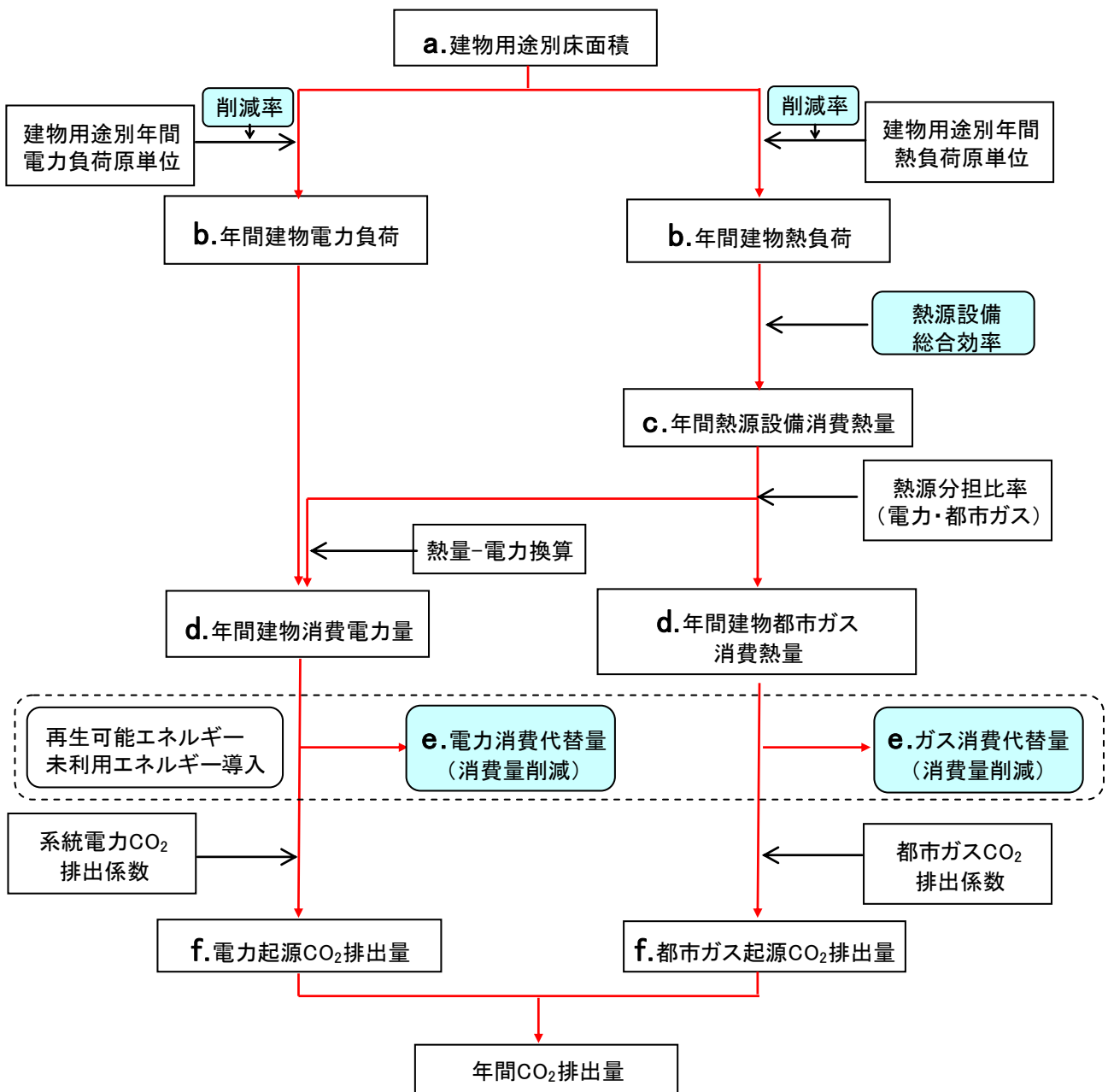


図 2-3-1-2 計算フロー

(1) 基準年のCO₂排出量の把握

- a. 都市計画基礎調査等で作成されている町丁目または個別建物別の建物床面積データを活用し、低炭素対策の対象となる町丁目または街区単位の建物延床面積を整理する。

※現況建物床面積データの把握について

都市計画基礎調査等により、低炭素対策を検討する地域や地区における建物の用途別床面積データを整理・分析する。

都市計画基礎調査等で建物用途ごとに床面積データが整備されている場合は、工場、倉庫、その他の用途の建物床面積は対象外とし、以下の5区分により用途別建物床面積データを活用する。5区分に床面積データを分類できない場合は、住宅・非住宅の2区分とする等、用途別建物床面積データを活用する。

表 2-3-1-1 建物用途区分

建物用途区分	5区分に分類できないときの建物用途区分例	含まれる用途*
住宅	住宅	専用住宅、共同住宅、店舗併用住宅、作業所併用住宅
業務	非住宅	官公庁施設、業務施設、文教厚生施設（医療施設除く）、
商業		商業施設、娯楽施設、遊戯施設、商業系用途複合施設
宿泊		宿泊施設
医療		医療施設、福祉施設

※都市計画基礎調査実施要領（昭和62年）の建物用途区分をもとに設定

- b. 建物延床面積に電力負荷及び熱負荷の原単位を乗じ、年間建物電力負荷及び年間建物熱負荷を算出する。

※電力負荷原単位、熱負荷原単位について

既存知見に基づき、建物用途に応じた建物の床面積あたりの年間電力負荷、熱負荷の原単位を設定する。

建物の熱負荷は、同じ用途であっても地域の気候により異なることが考えられるため、標準的な原単位（東京の値）に対して地域の補正を乗じることが必要である。

【補足資料】

○電力負荷原単位、熱負荷原単位

既存知見に基づき、業務系、住宅系建物の単位床面積あたりの年間電力負荷、熱負荷の原単位を設定する。参考として建物用途を5区分にする場合の標準的な年間エネルギー負荷原単位（東京の値）の設定例を示す。

建物用途を2区分にする場合（都市計画基礎調査で住宅と非住宅で床面積を集計している場合）の非住宅の年間エネルギー負荷原単位については、対象地区の建物用途構成を勘案して適宜設定する。

表 建物用途別年間エネルギー負荷原単位の設定例

用途	年間負荷				
	(kWh/㎡年)	(MJ/㎡年)			
	電力	冷房	暖房	給湯	熱量計
住宅	21	33.5	83.9	125.6	243.0
業務	156	293.0	129.6	9.4	432.0
商業	226	523.1	146.5	96.1	765.7
宿泊	200	418.7	334.8	334.8	1,088.3
医療	170	334.8	309.6	334.8	979.2

出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」

空気調和衛生工学会（原資料の原単位を1Mcal/㎡=4.186MJ/㎡で換算）

※本表の数値はコージェネを導入するような比較的規模の大きい建物に使用するものである。なお、エネルギー負荷原単位は、建物床面積の規模が大きくなるにつれ高くなる傾向にあることから、比較的規模の小さい建物に本表の数値を使用すると、エネルギー負荷は実際よりも大きい値を示す可能性がある。

建物の熱負荷は、同じ用途であっても地域の気候により異なることが考えられるため、標準的な原単位（東京の値）に対して地域の補正をかけることが必要である。

参考として、業務ビルをモデルとしたシミュレーションに基づく冷房、暖房負荷の地域係数の設定例を示す。

表 冷房・暖房負荷の地域係数の設定例

	年間熱負荷 (MJ/㎡年)	
	冷房	暖房
北海道	0.5	2.4
東北	0.7	1.4
北陸	0.9	
関東	1.0	1.0
東海	1.1	0.9
近畿		
中国		
四国	1.2	0.7
九州		
沖縄	1.5	0.07

出典：「地域冷暖房技術手引き書」（社）日本地域冷暖房協会

c. 年間建物熱負荷を熱源設備総合効率で除することで、年間熱源設備消費熱量を算定する。

※熱源設備総合効率について

既存知見に基づき、建物の個別熱源設備の総合効率を設定する。

対象地区内に地域冷暖房が整備されている場合は、該当する街区についてエネルギーの面的利用における熱源システムの総合効率を設定する。

【補足資料】

○熱源設備総合効率

既存知見に基づき、建物の個別熱源システムの熱源設備総合効率を設定する。

参考として近年の実態調査を踏まえて標準的な個別熱源システムの総合効率の設定例を示す。

表 個別熱源システムの熱源設備総合効率の設定例

	個別熱源システムの総合効率
熱源設備総合効率	0.6~0.7

(下記参考資料より)

対象地区の冷熱・温熱の供給方式にあった熱源設備総合効率を用いる。また、対象地区内に地域冷暖房が整備されている場合は、該当する街区について後述するエネルギーの面的利用における熱源システムの熱源設備総合効率を採用することが考えられる。

(参考資料) 個別熱源システムの熱源設備総合効率の実態

熱源システムの類型	個別熱源 (一般ビル)	
1. 冷水、蒸気(高温水) 供給方式	・一般システム	0.569
	・コジェネ排熱利用	0.606
	(平均)	(0.570)
2. 冷水・温水供給方式	・一般システム	0.694
3. 冷水、蒸気、温水供給 方式	・一般システム	0.690
	・コジェネ排熱利用	0.696
	(平均)	(0.693)
平均	全体	0.675

出典：平成19年度未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査報告書
経済産業省資源エネルギー庁

- d. 年間熱源設備消費熱量に熱源分担比率（電力・都市ガス）を乗じ、年間建物消費電力量及び年間建物都市ガス消費熱量を算出する。

※熱源分担比率

建物の冷房、暖房を行うために、各建物の熱源設備で電力と都市ガスがどれくらいの割合で消費されるかを地域・街区の特性を考慮して設定する。

【補足資料】

○熱源分担比率

建物の冷房、暖房を行うために、各建物の熱源設備で電力と都市ガスがどれくらいの割合で消費されるかを地域・街区の特性を考慮して設定する。

なお、地方都市では暖房・給湯用熱源として灯油や LP ガスが一定割合使用されているが、計算を簡略化するために、灯油や LP ガスを都市ガスに読み替えて算定することが考えられる。

参考として、一般的な市街地における電力と都市ガスの熱源分担比率の設定例を示す。

表 電力と都市ガスの分担比率の設定例

	電力	都市ガス
熱源分担比率	3	7

(下記参考資料より)

(参考資料) 熱源分担比率の算出例

「平成 19 年度建築物エネルギー消費量調査報告書 (社) 日本ビルエネルギー総合管理技術協会」より全建物における冷温熱源容量の電力と電力以外主体 (= 都市ガス) の比率は以下ようになる。

- ・ (全建物) 電力 = $277,515 / (277,515 + 1,930,638) = 0.126$
- ・ (全建物) 電力以外主体 = $1,930,638 / (277,515 + 1,930,638) = 0.874$

電力以外の熱源エネルギー種別のうち、補機動力として 2 割程度の電力が使用されると想定すると以下の通り電力と都市ガスの分担比率は 3 : 7 程度と想定される。

- ・ 電力比率 = $0.126 + 0.874 \times 0.2 \doteq 0.3$
- ・ 都市ガス比率 = $0.874 \times 0.8 \doteq 0.7$

表 (原典資料) 建物用途別エネルギー種別の冷温熱源容量

建物用途	熱源 エネルギー 種別	有効 資料 数	構成 比 %	冷温熱源 容量 kW	原単位 (W/m ²)		最小二乗法 (Y=aX+b)			
					平均値	単純 平均値	r	a	b	
事務所	電力主体	163	40	146,343	105	95	0.85	150	-387,976	
	電力以外主体	246	60	600,141	150	153	0.80	147	51,794	
デパート・ スーパー	電力主体	8	26	23,491	106	103	0.92	106	-9,382	
	電力以外主体	23	74	77,257	111	122	0.82	97	434,454	
店舗・飲食店	電力主体	12	36	14,438	90	136	0.26	21	919,742	
	電力以外主体	21	64	61,580	122	115	0.70	130	-196,233	
ホテル	電力主体	16	29	21,647	175	223	0.09	18	1,210,579	
	電力以外主体	39	71	195,303	328	281	0.49	423	-1,454,745	
病院	電力主体	6	14	25,606	177	180	0.42	125	1,250,779	
	電力以外主体	37	86	251,061	258	267	0.76	240	455,830	
学校	電力主体	3	15	1,821	71	75	-0.79	-331	3,422,156	
	電力以外主体	17	85	183,701	412	647	-0.07	-115	13,817,793	
マンション	電力主体	2	25	1,490	38	41	-1.00	-71	2,136,360	
	電力以外主体	6	75	6,358	119	98	0.97	214	-842,756	
その他	電力主体	33	20	36,801	95	120	0.28	40	638,872	
	電力以外主体	131	80	537,698	281	217	0.44	501	-3,200,181	
その他	集会場	電力主体	2	13	6,470	330	274	1.00	495	-1,608,892
		電力以外主体	13	87	20,051	176	170	0.59	182	-57,182
	教育・研究 施設	電力主体	5	18	2,226	63	67	0.38	37	183,401
		電力以外主体	23	82	58,098	217	237	0.69	205	135,879
	文化施設	電力主体	5	14	4,648	79	111	0.56	49	350,556
		電力以外主体	30	86	63,674	152	167	0.72	136	224,598
	スポーツ 施設	電力主体	3	23	1,036	16	21	0.97	10	130,750
		電力以外主体	10	77	54,440	280	186	0.76	603	-6,275,005
	福祉施設	電力主体	0	0	0	-	-	-	-	-
		電力以外主体	11	100	19,610	155	205	-0.05	-6	1,856,687
	電算・情報 センター	電力主体	2	33	2,633	229	236	-1.00	-86	1,813,457
		電力以外主体	4	67	39,380	397	348	0.91	464	-1,672,752
	分類外の 施設	電力主体	16	29	52,795	262	382	-0.13	-167	5,406,805
		電力以外主体	39	71	139,516	214	163	0.67	364	-2,528,877
全建築物	電力主体	245	32	277,515	110	113	0.67	113	-25,612	
	電力以外主体	521	68	1,930,638	210	204	0.33	189	373,033	

r : 相関係数 Y : 冷温熱源容量 X : 延床面積
 出典 平成 19 年度版 建築物エネルギー消費量調査報告書
 (社) 日本ビルエネルギー総合管理技術協会

- e. 再生可能エネルギーや未利用エネルギー（都市排熱利用）の導入により現在代替している電力量、ガス熱量を算出し、dより差し引く。
- f. e.の年間建物消費電力量及び年間建物都市ガス消費熱量に排出係数を乗じてCO₂排出量を算定する。ここで、建物の消費電力量、ガス消費量からCO₂排出量を求める新実行計画による算出方法による排出量と比較し、必要に応じて補正を行う。

※エネルギー種別CO₂排出係数について

地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条によるものとする。

【補足資料】

排出係数は、「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づき、国より公表される。最新の排出係数等は、環境省ホームページ（<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/>）の関連資料集（排出量算定方法）を参照のこと。

(2) 趨勢的なCO₂排出量の把握

- a. 低炭素対策の対象となる町丁目または街区単位の将来建物延床面積を想定する。

※将来建物床面積の把握について

中期目標年の建物床面積については、地方公共団体において独自に推計値がある場合はそれを採用するものとし、推計値がない場合は、建物用途別の趨勢的な増減をふまえて想定することが考えられる。

- b. 建物延床面積に電力負荷及び熱負荷の原単位を乗じ、年間建物電力負荷及び年間建物熱負荷を算出する。

算定方法は(1) bと同様であるが、電力負荷及び熱負荷原単位については、現状趨勢の把握のため今後追加的な対策を見込まないものとして、基準年(現状)から変動なしとする。

- c. 年間建物熱負荷を熱源設備総合効率で除することで、年間熱源設備消費熱量を算定する。

算定方法は(1) cと同様であるが、熱源総合効率については、基準年(現状)から変動なしとする。

- d. 熱源設備消費熱量に電力・ガス分担比率を乗じ、年間建物消費電力量及び年間建物都市ガス消費熱量を算出する。

算定方法は(1) dと同様であるが、地方公共団体の将来のエネルギー種別構成の変化が予想される場合には、これを考慮する。

- e. 再生可能エネルギーや未利用エネルギー(都市排熱利用)の導入により代替している電力量、ガス熱量を算出し、dより差し引く。

- f. e.の年間建物消費電力量及び年間建物都市ガス消費熱量に排出係数を乗じてCO₂排出量を算定する。

算定方法は(1) fと同様であるが、エネルギー種別排出係数については、基準年(現状)から変動なしとする。

(3) 対策実施後のCO₂排出量の把握

各対策において、都市施策による対策と都市施策によらない個々の建物の削減対策を混在して算出しないよう、両者を明確に区分して算出するよう留意する。

- a. 低炭素対策の対象となる町丁目または街区単位の将来建物延床面積を想定する。

当該地域や地区における土地利用情報や再開発事業などの都市開発情報、建築物の新築・ストック情報など把握し、現況建物床面積データと重ね合わせて将来建物床面積データを整理する。

集約型の都市構造への誘導は、高度利用による戸建住宅から集合住宅への転換が想定され、省エネルギー効果が見込まれることから、これらの効果を把握するためには、戸建住宅と集合住宅を区分してデータを把握することが望ましい。

- b. 建物個別に行う省エネルギー対策(熱源の効率向上に関する項目は除く)による電力負荷、熱負荷の削減率を算出し、電力負荷及び熱負荷の原単位を乗ずる。さらに将来建物延床面積に乗ずることで、年間建物電力負荷及び年間建物熱負荷を算出する。

※削減率について

既存知見に基づき、実行する省エネルギー対策に応じた削減率を設定する。床面積あたりの年間電力負荷、熱負荷の原単位に乗じて、対策後の原単位の設定を行う。

建物単体対策後のエネルギー負荷 原単位(電力) [kWh / m ² ・年] = エネルギー負荷原単位(電力) [kWh / m ² ・年] × [1 - 削減率] 建物単体対策後のエネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m ² ・年] = エネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m ² ・年] × [1 - 削減率]

年間建物電力負荷 [kWh / 年] = 建物単体対策後のエネルギー負荷原単位(電力) [kWh / m ² ・年] × 床面積 [m ²] 年間建物熱負荷 [MJ / 年] = 建物単体対策後のエネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m ² ・年] × 床面積 [m ²]
--

【補足資料】

○建築単体対策による建物負荷の削減

建物単体対策後のエネルギー負荷（電力・熱）は、排出量算定フロー上で、更新した建物床面積に乗じる電力負荷、熱負荷の原単位を変化させることにより算定する。

更新した建物の電力負荷、熱負荷の削減割合については、既存知見に基づき設定する。

参考として、「業務系ビルの単体レベルの省 CO₂ 対策とその効果」等の知見（次頁）を勘案して、建物更新による標準的な電力負荷、熱負荷の削減効果を設定した例を示す。

表 建物更新に伴うエネルギー負荷の削減率の設定例

	電力	熱
建物更新に伴うエネルギー負荷の削減率	7%	13%

（次頁参考資料〈削減量の対策別内訳〉より）

なお、既存建物の改修により省エネルギー化、省 CO₂ 対策を行うことも可能であり、(財)省エネルギーセンターでは、省エネルギー化の優良事例の紹介を行っている。「ESCO 導入事例と優良 ESCO」について各年度のパンフレットを作成配布しており参考となる。

(参考資料) 業務系ビルの単体レベルの省 CO₂ 対策とその効果

「グリーン診断・改修計画基準および同解説」(発行：建築保全センター 監修：国土交通省大臣官房官庁営繕部)を参考に、単体レベルの省 CO₂ 対策を電力負荷、熱負荷に関連する項目に区分して設定することが考えられる。

表 建物単体対策による熱・電力負荷削減の設定例

	CO ₂ 排出原単位(a) (kg-CO ₂ /年・m ²)	
標準仕様(15,000m ² クラス)	56.36	
省エネルギー対策項目	負荷種類別CO ₂ 排出削減量 (g-CO ₂ /年・m ²)	
	熱負荷	電力負荷
外壁の高断熱	-676.21	
屋根の高断熱	-155.61	
熱線反射ガラス	-397.58	
初期照度補正+Hf		-2665.52
共用部人感センサー(+Hf+初期照度補正)		-284.51
外気冷房	-249.00	
予冷予熱時外気カット	-571.56	
高効率ファン(換気)		-710.34
CO ₂ 外気量制御	-1391.60	
空調VAV	-2298.77	
冷温水ポンプVWV	-1540.75	
計(b)	-7281.08	-3660.37
削減率 (b)/(a)	12.9%	6.5%

資料：「グリーン診断・改修計画基準および同解説」(発行：建築保全センター 監修：国土交通省大臣官房官庁営繕部)

※上記削減量は、気候区分：東京での検討結果にもとづく

- c. 省エネルギー対策として熱源の更新や周辺建物とのエネルギーの面的利用、未利用エネルギーの利用（温度差エネルギー）を行い熱源の効率向上を図る場合は熱源設備総合効率を変更し、年間建物熱負荷を除することで、年間熱源設備消費熱量を算定する。

※熱源設備総合効率について

既存知見に基づき、対策後の熱源設備の総合効率を設定する。

年間熱源設備消費熱量 [MJ / 年] = $\text{延床面積}[\text{m}^2] \times \text{エネルギー負荷原単位(熱)} [\text{MJ} / \text{m}^2 \cdot \text{年}] \div \text{熱源設備総合効率}$

【補足資料】

○熱源の更新、エネルギーの面的利用、未利用エネルギー（温度差エネルギー）の利用

エネルギーの面的利用を実施する場合の熱源設備消費熱量は、排出量算定フロー上でエネルギーの面的利用の対象となる建物群について、熱源設備総合効率を変化させることにより算定する。

なお、コージェネレーションシステム、温度差エネルギー等の未利用エネルギーを導入する場合についても、排熱や未利用エネルギーの供給対象となる建物群の熱源設備総合効率を変化させることにより算定する。

エネルギーの面的利用等における熱源設備総合効率は、既存知見に基づき設定する。

参考として、現状の地域熱供給システムの実態調査を踏まえて、エネルギーの面的利用、コージェネレーションシステム、未利用エネルギーを活用する際の熱源設備総合効率の設定例を示す。

表 熱源設備総合効率の設定例

	面的利用	コージェネレーションシステム	未利用エネルギー
エネルギーの面的利用の熱源設備総合効率	0.6~1.0	0.7~0.8	0.8~1.0

(下記参考資料より)

(参考資料) 既往の地域熱供給システムにおける熱源設備総合効率の実態

熱源システムの類型		個別熱源	地域熱供給
1. 冷水、蒸気(高温水)供給方式	・一般システム	0.569	0.636
	・コージェネ排熱利用	0.606	0.699
	・未利用エネルギー利用	—	0.916
	(平均)	(0.570)	(0.688)
2. 冷水・温水供給方式	・一般システム	0.694	0.954
	・未利用エネルギー利用	—	1.019
	(平均)	—	(0.977)
3. 冷水、蒸気、温水供給方式	・一般システム	0.690	0.753
	・コージェネ排熱利用	0.696	0.772
	・未利用エネルギー利用	—	0.798
	(平均)	(0.693)	(0.768)
全平均	全体	0.675	0.749
	一般システム	—	0.750
	コージェネ排熱利用	—	0.724
	未利用エネルギー利用	—	0.850

出典：平成19年度未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査報告書

経済産業省資源エネルギー庁

※コージェネ排熱利用の熱源総合効率については、発電による効果も見込んでいる

d. 年間熱源設備消費熱量に熱源分担比率（電力・都市ガス）を乗じ、年間建物消費電力量及び年間建物都市ガス消費熱量を算出する。

算定方法は（1）dと同様であるが、地方公共団体の将来のエネルギー種別構成の変化が予想される場合には、これを考慮する。

※戸建住宅から集合住宅への住み替えによる省エネルギー効果について

都心及び公共交通沿線居住の推進に伴う戸建住宅から集合住宅への住み替えによる省エネルギー量を算出するためには、戸建住宅の建物用途別年間電力負荷原単位から集合住宅の原単位へ変更し、その差により算出する。（各自治体でそれぞれの電力負荷・熱負荷の値のデータがあるときのみ、算出可能）

○戸建住宅のエネルギー消費量

年間建物都市ガス消費熱量（戸建住宅）[MJ / 年] =

延床面積[m²] × 戸建のエネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m²・年] ÷ 熱源設備総合効率
× ガスの熱源分担比率

年間建物消費電力量（戸建住宅）[kWh / 年] =

延床面積[m²] × 戸建のエネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m²・年] ÷ 熱源設備総合効率
× 電力の熱源分担比率 × 単位換算[kWh / MJ]
+ 延床面積[m²] × 戸建のエネルギー負荷原単位(電力) [kWh / m²・年]

○集合住宅のエネルギー消費量

年間建物都市ガス消費熱量（集合住宅）[MJ / 年] =

延床面積[m²] × 集合住宅のエネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m²・年] ÷ 熱源設備総合効率
× ガスの熱源分担比率

年間建物消費電力量（集合住宅）[kWh / 年] =

延床面積[m²] × 集合住宅のエネルギー負荷原単位(熱) [MJ / m²・年] ÷ 熱源設備総合効率
× 電力の熱源分担比率 × 単位換算[kWh / MJ]
+ 延床面積[m²] × 集合住宅のエネルギー負荷原単位(電力) [kWh / m²・年]

e. 再生可能エネルギーや未利用エネルギー（都市排熱利用）の導入により将来代替可能な電力量、ガス熱量を想定し、dより差し引く。

太陽光発電パネルの発電量[kWh / 年] =

太陽光発電定格出力[kW] × 最適角平均日射量[MJ / m²・年] ÷ 3.6[MJ / kWh] × 補正係数
ここで、地域別の日射量データは拡張アメダス気象データ標準年 日射量データを用いる。
補正係数はパネル発電効率、発電損失（パワーコンディショナー損失、受光面の汚れ、気温、日射等で変化する発電量の削減割合）等に乗じて算出する。

太陽集熱パネル面積あたりの集熱量[MJ / 年] =

最適角平均日射量[MJ / m²・年] × 集熱面積[m²] × 集熱効率

同量の熱量を得るために必要な燃料代替量[MJ] =

太陽集熱パネル面積あたりの集熱量 MJ ÷ 熱源（ガス給湯器等）の機器効率

ここで、地域別の日射量データは拡張アメダス気象データ標準年 日射量データを用いる。

$$\text{バイオマスエネルギーと同等の熱量を得るために必要な燃料代替量[MJ / 年]} = \frac{\text{バイオマスエネルギー利用量[MJ / 年]}}{\text{熱源の機器効率}}$$

$$\text{未利用エネルギーと同等の熱量を得るために必要な燃料代替量[MJ / 年]} = \frac{\text{未利用エネルギー利用量[MJ / 年]}}{\text{熱源の機器効率}}$$

【補足資料】

太陽光発電、太陽熱利用、バイオマスエネルギーの導入に伴う電力消費代替量、都市ガス消費代替量の算定手法については、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の新エネルギー・省エネルギー導入普及に関するパンフレット類（「新エネルギーガイドブック」、「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」等〔<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/index2.html>〕）が参考となる。

○補正係数について

パネル発電効率は各メーカー公表の最新値を参考に設定することが考えられる。

また、パワーコンディショナー損失、受光面の汚れ、気温、日射等で変化する発電量の削減割合として、20～30%を見込む例がある。〔IBEC（財団法人建築環境・省エネルギー機構）HP 太陽光発電採用時におけるエネルギー消費量の評価方法（<http://www.ibec.or.jp/jjk/kaisetsu.html>）より〕

※世帯あたりの用途別エネルギー消費量について

太陽光パネルや太陽熱集熱パネル、バイオマスエネルギーを住宅に利用する際、設置容量等検討する際の1世帯あたりの1次エネルギー消費量として、下記が参考となる。

	エネルギー消費量 (MJ/世帯・年)	割合
冷房	1328.13	3%
暖房	9739.62	22%
給湯	13281.3	30%
厨房	3984.39	9%
照明家電他	15052.14	34%
(計)	43385.58	100%

※総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）、EDMC/エネルギー・経済統計要覧（2008年度版）（財）日本エネルギー経済研究所）による

○日射量データ（斜面日射量 南面 30°）について

日射量データ（斜面日射量（南面 30°））を次表に示す。最適角平均日射量設定の参考となる。

日射量データ（斜面日射量 南面 30°）

[MJ/㎡月（合計のみ MJ/㎡年）]

地点番号	地点名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
23	旭川	297	416	577	544	587	525	546	450	461	344	246	224	5217
46	札幌	300	356	524	516	530	522	467	470	457	412	250	253	5058
121	帯広	448	524	628	530	506	475	422	416	454	448	420	387	5657
154	函館	321	370	498	487	553	528	459	406	434	441	312	281	5090
171	青森	202	265	434	530	539	495	518	536	430	358	240	191	4736
196	秋田	198	254	448	523	523	502	525	562	453	450	260	171	4869
224	盛岡	346	357	501	492	495	442	431	455	379	421	291	265	4874
255	仙台	363	465	495	520	525	424	421	474	329	434	376	357	5182
274	山形	294	370	433	476	521	438	483	515	410	405	283	229	4858
283	福島	381	428	503	521	531	393	449	440	332	414	341	293	5026
314	水戸	519	502	586	558	547	450	553	519	406	371	412	413	5835
333	宇都宮	450	489	548	452	499	409	400	436	420	357	400	412	5272
343	前橋	463	503	606	531	511	433	478	542	419	380	421	406	5692
355	浦和	514	507	539	509	515	385	455	488	406	360	436	482	5597
356	越谷	510	532	513	496	518	402	479	479	390	416	426	390	5551
363	東京	455	475	486	467	520	369	497	464	366	412	375	341	5228
376	千葉	497	467	507	507	542	407	543	555	368	331	380	387	5492
385	横浜	473	522	488	540	513	439	456	590	409	318	380	379	5506
393	長野	326	418	468	559	617	484	483	630	453	381	407	347	5574
415	飯田	478	512	561	603	582	454	531	555	468	490	428	395	6056
420	甲府	452	543	511	545	550	451	539	629	463	365	452	464	5965
436	静岡	489	562	469	545	523	436	473	614	478	531	408	453	5980
447	名古屋	429	517	537	550	535	450	439	554	456	421	425	409	5721
448	豊田	409	513	553	586	527	380	418	517	468	518	421	416	5726
477	岐阜	379	495	554	575	540	439	440	556	461	519	432	380	5770
498	新潟	231	282	432	504	580	514	524	568	451	421	289	198	4993
522	富山	255	312	395	472	522	434	485	576	405	379	313	252	4798
533	金沢	200	274	417	511	582	487	474	603	443	377	303	231	4901
539	福井	241	340	440	472	532	466	427	586	483	436	323	282	5028
483	津	429	460	528	573	545	455	480	596	470	497	454	418	5905
551	大津	364	356	526	539	490	406	423	591	466	498	345	351	5356
560	京都	336	376	497	527	538	414	433	552	452	402	391	363	5283
565	大阪	351	334	481	471	511	410	553	564	434	404	342	343	5199
567	堺	368	397	509	552	541	401	513	632	465	465	403	359	5603
584	神戸	379	437	525	562	546	433	573	563	441	448	388	380	5676
588	奈良	307	330	429	484	498	410	492	617	444	405	353	353	5122
595	和歌山	355	455	533	576	570	481	564	589	472	476	396	364	5831
615	岡山	386	440	465	570	588	450	462	602	451	465	367	385	5631
632	広島	382	419	514	494	580	456	500	560	481	524	420	383	5712
660	鳥取	246	269	385	515	592	477	489	485	460	447	302	241	4906
641	松江	217	304	409	551	581	487	477	558	459	424	315	235	5017
713	山口	330	398	481	541	576	451	528	554	460	507	395	393	5615
665	徳島	429	426	514	572	583	425	558	642	434	506	421	389	5898
672	高松	326	379	432	504	560	448	575	597	423	453	347	373	5417
682	松山	353	452	505	492	576	476	569	584	469	531	362	364	5734
694	高知	454	494	554	491	504	417	542	530	442	514	409	451	5803
697	徳島	303	347	507	526	557	339	488	496	465	381	274	311	4996
726	福岡	282	384	451	518	572	401	509	558	481	515	383	312	5365
741	大分	357	442	501	526	537	390	535	532	457	472	391	427	5564
755	長崎	327	343	474	513	498	410	553	602	512	549	375	406	5562
763	佐賀	349	404	457	472	529	368	520	534	495	523	418	330	5401
771	熊本	317	416	472	496	521	391	521	574	519	523	369	446	5565
794	宮崎	457	519	464	537	580	433	583	563	519	473	458	434	6020
806	鹿児島	414	453	397	538	575	417	520	549	530	488	429	407	5719
831	那覇	326	311	394	454	451	469	531	593	565	468	465	365	5393

出典：拡張アメダス気象データ 標準年データより

- f. dからeを差し引いた年間建物消費電力量及び年間建物都市ガス消費熱量に系統電力CO₂排出係数及び都市ガスCO₂排出係数を乗じて年間CO₂排出量を算定する。

※エネルギー種別排出係数について

地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条によるものとする。対策削減効果を評価する方法については、対策の種類によって様々な考え方があるが、個々の対策の実態に即した合理的な手法により評価する必要がある。例えば、対策前後のCO₂排出量の差を求める方法の他、対策によっては削減効果が見込まれる期間に影響を受ける電源が想定できる場合には、当該電源の排出係数を電気の削減量に乗じて算出する方法等がある。

【補足資料】

- エネルギー種別CO₂排出係数について

資-Ⅲ-41の環境省ホームページ (<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/>) を参照

2-3-2 建物用途別 CO₂排出量原単位を用いて算出する方法

建物用途別の CO₂ 排出量原単位を用いて算出する方法は、電気・ガスの利用量等が想定・把握されていない場合に、CO₂ 排出量を算出する方法である。

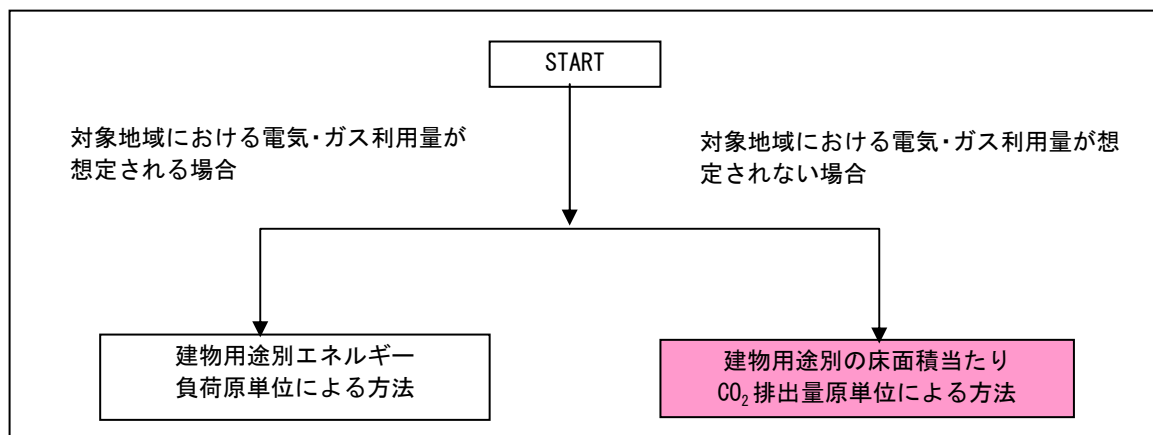


図 2-3-2-1 評価方法の選択（建物用途別 CO₂ 排出量原単位）を用いて算出

建物用途別 CO₂ 排出量原単位を用いて算出する際は、CO₂ 排出量算定は下記の式で求められる。

$$CO_2 \text{ 排出量} = \text{建物延床面積} \times \text{建物用途別年間 } CO_2 \text{ 排出量原単位} \times CO_2 \text{ 排出内訳} \\ \times (1 - \text{省エネルギー対策による } CO_2 \text{ 排出削減率})$$

建物の CO₂ 排出量は、一般に建物の床面積に相関することが知られている。これを原単位として指標化し、対策の対象となる建物床面積に乗じることにより、建物の CO₂ 排出量を算定することができる。

建物に使用されるエネルギーは熱源・搬送・照明・コンセント・給湯等の用途に使用される。建物用途毎に内訳比率の設定を行う。建物におけるエネルギー起因の CO₂ 排出量は、設定した内訳比率に従うため、CO₂ 排出量の把握に当たっては、エネルギー用途別の内訳比率を用いる。

以上を整理して建物用途別 CO₂ 排出量原単位を用いて CO₂ 排出量を算出する方法を以下に示す。

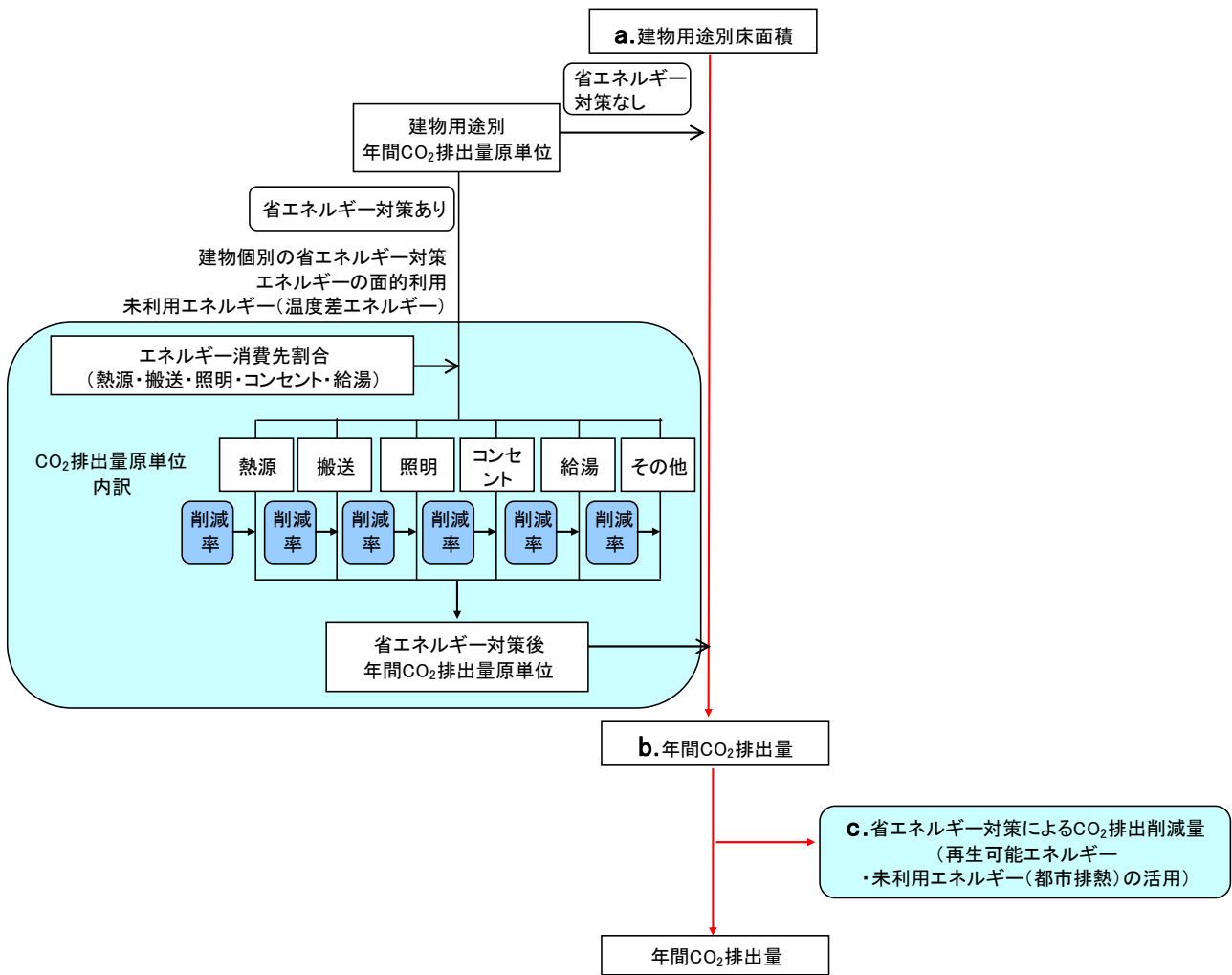


図 2-3-2-2 計算フロー

(1) 基準年のCO₂排出量の把握

- a. 都市計画基礎調査等で作成されている町丁目別の建物床面積データを活用し、低炭素対策の対象となる町丁目の建物床面積を整理する。

※現況建物床面積データの把握について

都市計画基礎調査等により、低炭素対策を検討する地域や地区における建物の用途別床面積データを整理・分析する。

都市計画基礎調査等で建物用途ごとに床面積データが整備されている場合は、工場、その他の用途の建物床面積は対象外とし、以下の9区分により用途別建物床面積データを活用する。9区分に床面積データを分類できない場合は、住宅・非住宅の2区分とする等、用途別建物床面積データを活用する。

表 2-3-2-1 建物用途区分

建物用途区分 ^{注)}	9区分に分類できないときの建物用途区分例	含まれる用途 [※]
事務所 (事務所)	非住宅	官公庁施設、業務施設
学校 [※]		文教厚生施設 (文教施設)
物販店 (百貨店 / スーパー)		商業施設 (物販施設)、娯楽施設
飲食店 (百貨店)		商業施設 (飲食店)
集会所 (事務所)		遊戯施設、文教厚生施設 (文化施設、宗教施設等)
病院 (病院)		文教厚生施設 (医療施設、社会福祉施設等)
宿泊 (ホテル)		宿泊施設
戸建住宅 (住宅)	住宅	専用住宅
集合住宅 (住宅)		共同住宅

注) 括弧内は (3) b. 用途別のエネルギー消費先割合の建物区分を示す。

※都市計画基礎調査実施要領 (昭和62年) の建物用途区分をもとに設定

[※] 学校は冷暖房の有無で大きくエネルギー消費量内訳が異なるため、冷暖房がある場合は事務所の排出内訳、ない場合は消費内訳を適宜設定する

- b. 建物床面積に、建物用途別年間CO₂排出量原単位を乗じてCO₂排出量を算定する。

※CO₂排出量原単位について

既存知見に基づき、建物用途に応じた床面積あたりの年間CO₂排出量原単位を設定する。

床面積にCO₂排出量原単位を乗ずることでCO₂排出量を算出する。

建物用途を2区分にする場合 (都市計画基礎調査で住宅と非住宅で床面積を集計している場合) の非住宅の原単位については、対象地区の建物用途構成を勘案して適宜設定する。

【補足資料】

① 建物用途別 CO₂ 排出量原単位

既存知見に基づき、業務系、住宅系建物の床面積あたりの年間 CO₂ 排出量原単位を設定する。

床面積に年間 CO₂ 排出量原単位を乗ずることで CO₂ 排出量を算出する。

建物用途を2区分にする場合（都市計画基礎調査で住宅と非住宅で床面積を集計している場合）の非住宅の負荷原単位については、対象地区の建物用途構成を勘案して適宜設定する。

参考として建物用途別の年間 CO₂ 排出量原単位の設定例を示す。

表 建物用途別年間 CO₂ 排出量原単位の設定例

建物用途	資料数	一次エネルギー消費量 2003年 MJ / m ² 年	エネルギー種別の1次エネルギー構成比率 %			CO ₂ 排出量原単位 kg-CO ₂ / 年 m ²	換算原単位 kg-CO ₂ / MJ
			電力	ガス	その他		
事務所 (事務所)	558	1,936	87	11	1	108.98	0.0563
学校	28	1,209	87	9	3	68.53	0.0567
物販店 (百貨店 / スーパー)	20	3,225	92	7	1	182.28	0.0565
飲食店 (百貨店)	28	2,923	89	10	1	164.57	0.0563
集会所 (事務所)	188	2,212	80	14	6	125.46	0.0567
病院 (病院)	45	2,399	67	15	18	139.15	0.0580
ホテル (ホテル)	50	2,918	66	19	15	167.47	0.0574
戸建住宅 (住宅)						36.0	
集合住宅 (住宅)						29.5	

注) 括弧内は (3) ②用途毎のエネルギー消費先割合の建物区分を示す。

出典：(住宅以外) 建築物総合環境性能評価システム(CASBEE 新築 2008年版)

(住宅) CASBEE すまい・戸建、及び CASBEE 新築の集合住宅運用に係る CO₂ 排出量原単位を引用

(参考資料)

なお、東京都における東京都地球温暖化対策計画書制度では排出状況報告書により集計された CO₂ 排出量原単位を掲載しており、以下に参考として示す。

表 建物用途別年間 CO₂ 排出量原単位の平均値 (東京都)

建物用途	集計対象事務所数	CO ₂ 排出量原単位の平均値 (kg-CO ₂ /年 m ²)
事務所ビル	105	99
テナントビル	200	107
商業施設	119	161
宿泊施設	35	149
教育施設	41	67
医療施設	46	161
文化施設	15	104
その他	49	137

出典：東京都地球温暖化対策計画書制度 2007年データ

② 建物用途別のエネルギー消費先割合

参考として、既存知見に基づき業務系、住宅系の建物用途別のエネルギー消費先割合の設定例を示す。

表 建物用途別のエネルギー消費先割合の設定例 [%]

建物用途	熱源	熱搬送	給湯	照明	コンセント	動力	その他	冷蔵
事務所	31.1	12.0	0.8	21.3	21.1	8.6	5.1	
スーパー	31.4	7.4	6.7	22.0	5.8	10.9	5.4	10.4
百貨店	30.6	9.2	3.2	28.9	11.0	9.8	2.2	5.1
ホテル	28.6	19.6	9.9	14.7	7.7	9.2	11.3	
病院	32.0	12.0	18.0		21.0	11.0	5.0	

出典：省エネルギーセンター（事務所、スーパー、百貨店、ホテル、病院）

建物用途	暖房	冷房	給湯	厨房	照明・動力 その他
住宅	23.6	3.2	25.5	5.6	42.1

出典：平成16年度版 環境白書

③ 建築単体対策による建物負荷の削減

建築単体対策を実施する場合のCO₂排出量は、エネルギー消費先のCO₂排出内訳毎にCO₂排出削減率を乗じて対策後のCO₂排出量を算出することにより求める。

非住宅の熱源、搬送、照明、給湯のCO₂排出内訳別の削減率の一例として、「グリーン診断・改修計画基準および同解説」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）の内訳別削減率を参考にすることが考えられる。

表 非住宅のエネルギー排出内訳別省エネ効果（削減率）の設定例

省エネルギー対策		省エネ効果（削減率） (%)			
		熱源	搬送	照明	給湯
建築の高断熱化	熱線反射ガラス	1.5%			
	外断熱 50mm	2.6%			
設備（熱源・ポンプ・空調・照明・給湯）	外気冷房	0.5%			
	予冷予熱時外気カット	2.2%			
	CO2外気量制御	5.4%			
	初期照度補正 + Hf照明			9.2%	
	共用部ダウンライト蛍光灯 + 人感センサー + 連続調光			2.0%	
	潜熱給湯				11.1%
	空調機VAV		8.9%		
	冷温水VWV		6.0%		
	高効率ファン		2.7%		
	高効率熱源	11.6%			
削減率計		23.8%	17.6%	11.2%	11.1%

出典：「グリーン診断・改修計画基準および同解説」（発行：建築保全センター 監修：国土交通省大臣官房官庁営繕部）

住宅の場合は、暖房、冷房、給湯、照明のCO₂排出内訳の削減率の一例として、下表のような設定が考えられる。

表 住宅のエネルギー排出内訳省エネ効果(削減率)の設定例

	省エネルギー対策	省エネ効果(削減率)				省エネルギー対策前	備考)
		暖房	冷房	給湯	照明		
建築	(外壁)外断熱 50mm	2.6%	2.6%			(外壁)断熱なし	「グリーン診断・改修計画基準および同解説」より
	熱線反射ガラス	1.5%	1.5%			フロートガラス6mm	
空調	エアコンと床暖房を併用	25.5%					給湯とエアコンの削減率の平均
	エアコン買い替え(改修)もしくは省エネエアコンの設置(新築)	(40%)	45.0%				日本空調工業会データよりエアコンの消費電力量は1995⇒2005年比で冷房55%暖房60%の消費電力
給湯	潜熱回収型給湯機			15.8%		ガス給湯器	効率80%→95%に向上(ガス会社資料より)
照明	照明 白熱電球→蛍光灯へ交換				35.7%		「省エネルギー便覧2007」(省エネルギーセンター)より
計		30%	49%	16%	36%		

④ 熱源の更新、エネルギーの面的利用、未利用エネルギー(温度差エネルギー)の利用

エネルギーの面的利用を実施する場合のCO₂排出量は、エネルギー消費先である熱源からのCO₂排出量にCO₂排出削減率を乗じて、対策後のCO₂排出量を算出することにより求める。CO₂排出削減率は次式で求めることができる。

参考として、現状の地域熱供給システムの実態調査を踏まえて、エネルギーの面的利用、コージェネレーションシステム、未利用エネルギーを活用する際の熱源設備総合効率の設定例を示す。

$$\text{CO}_2\text{排出削減率} = 1 - (\text{対策前総合効率} / \text{対策後総合効率})$$

(参考資料である既往の地域熱供給システムにおける熱源設備総合効率の実態については、資-III-45を参照のこと)

- c. 再生可能エネルギーや未利用エネルギー(都市排熱利用)の導入により現在代替している電力量・ガス熱量を算出、CO₂排出量に換算し、bより差し引く。ここで、建物の消費電力量、ガス消費量からCO₂排出量を求める新実行計画による算出方法による排出量と比較し、必要に応じて原単位の補正を行う。

(2) 趨勢的な CO₂ 排出量の把握

- a. 低炭素対策の対象となる町丁目または街区単位の将来建物延床面積を想定する。

※将来建物床面積の把握について

当該地域や地区における土地利用情報や再開発事業などの都市開発情報、建築物の新築・ストック情報など把握し、現況建物床面積データと重ね合わせて将来建物床面積データを整理する。

集約型の都市構造への誘導は、建物の中高層化による戸建住宅から集合住宅への転換が想定され、省エネルギー効果が見込まれることから、これらの効果を把握するためには、戸建住宅と集合住宅を区分してデータを把握することが望ましい。

- b. 建物床面積に、建物用途別年間 CO₂ 排出量原単位を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

(1) b を参照

- c. 再生可能エネルギーや未利用エネルギー（都市排熱利用）の導入により現在代替している電力量・ガス熱量を算出、CO₂ 排出量に換算し、b より差し引く。

(3) 対策実施後の CO₂ 排出量の把握

各対策において、都市施策による対策と都市施策によらない個々の建物の削減対策を混在して算出しないよう、両者を明確に区分して算出するよう留意する。

- a. 低炭素対策の対象となる町丁目または街区単位の将来建物延床面積を想定する。

(2) a を参照

- b. 建物用途別年間 CO₂ 排出量原単位に建物用途別エネルギー消費先割合を乗じて熱源・搬送・照明・コンセント・給湯等の用途別排出量原単位を算出する。

省エネルギー対策（建物個別に行う対策、エネルギーの面的利用、未利用エネルギー（温度差エネルギー）等）に応じた熱源・搬送・照明・コンセント・給湯等の用途別削減率を用途別排出量原単位に乗ずる。

さらに将来建物延床面積に乗ずることで、年間用途別 CO₂ 排出量の削減分を算出する。用途別 CO₂ 排出量との差し引きにより建物の年間 CO₂ 排出量を算出する。

※用途毎のエネルギー消費先割合について

既存知見に基づき、建物の用途毎のエネルギー消費先割合を設定する。

※熱源・搬送・照明・コンセント・給湯等のエネルギー消費先別削減率について

既存知見に基づき、実行する省エネルギー対策に応じた削減率を設定する。

<p>省エネルギー対策後の CO₂ 排出量 [kg-CO₂/年] =</p> $\sum \{ \text{建物用途別年間 CO}_2 \text{ 排出量原単位} \} \times \text{エネルギー消費先割合} [\%] \times (1 - \text{削減率}) \times \text{建物用途別床面積} [\text{m}^2]$
--

都心及び公共交通沿線居住を推進に伴う戸建住宅から集合住宅への住み替えによる CO₂ 排出削減量を算出するためには、戸建住宅から集合住宅へ年間 CO₂ 排出量原単位を変更し、その差により算出する。

$$\begin{aligned} \text{戸建住宅から集合住宅への住み替えによる CO}_2 \text{ 排出削減量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{戸建住宅の CO}_2 \text{ 排出量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} - \text{集合住宅の CO}_2 \text{ 排出量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{戸建住宅の CO}_2 \text{ 排出量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{戸建住宅床面積 [m}^2 \text{]} \times \text{戸建住宅 CO}_2 \text{ 排出量原単位 [kg-CO}_2 \text{ / m}^2 \cdot \text{年]} \\ \text{集合住宅の CO}_2 \text{ 排出量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{集合住宅床面積 [m}^2 \text{]} \times \text{集合住宅 CO}_2 \text{ 排出量原単位 [kg-CO}_2 \text{ / m}^2 \cdot \text{年]} \end{aligned}$$

- c. 再生可能エネルギーや未利用エネルギー（都市排熱利用）の導入により将来代替可能な電力量、ガス熱量を想定、CO₂排出量に換算し、bより差し引く。

$$\begin{aligned} \text{太陽光発電パネルによる CO}_2 \text{ 削減量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{太陽光発電定格出力 [kW]} \times \text{単位定格出力あたり必要なパネル面積 [m}^2 \text{/kW]} \times \text{最適角平均日} \\ \text{射量 [MJ/m}^2 \cdot \text{年]} \div 3.6 \text{ [MJ/kWh]} \times \text{補正係数} \times \text{排出係数 [kg-CO}_2 \text{ /kWh]} \\ \text{ここで、地域別の日射量データは拡張アメダス気象データ標準年 日射量データを用いる。} \\ \text{補正係数はパネル発電効率、発電損失（パワーコンディショナー損失、受光面の汚れ、気} \\ \text{温、日射等に変化する発電量の削減割合）等に乗じて算出する。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{太陽集熱パネル面積あたりの集熱量 [MJ /年]} = \\ \text{最適角平均日射量 [MJ/ m}^2 \cdot \text{年]} \times \text{集熱面積 [m}^2 \text{]} \times \text{集熱効率} \\ \text{同量の集熱量を得るために必要な燃料のエネルギー量 [MJ /年]} = \\ \text{太陽集熱パネル面積あたりの集熱量 [MJ /年]} \div \text{機器効率} \\ \text{CO}_2 \text{ 削減量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{同量の熱量を得るために必要な燃料代替量 [MJ /年]} \times \text{排出係数 [kg-CO}_2 \text{ /MJ]} \\ \text{ここで、地域別の日射量データは拡張アメダス気象データ標準年 日射量データを用いる。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{バイオマスエネルギーと同等の熱量を得るために必要な燃料代替量 [MJ /年]} = \\ \text{バイオマスエネルギー利用量 [MJ /年]} \div \text{機器効率} \\ \text{バイオマスエネルギー利用による CO}_2 \text{ 排出削減量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{同量の熱量を得るために必要な燃料代替量 [MJ /年]} \times \text{排出係数 [kg-CO}_2 \text{ /MJ]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{未利用エネルギーと同等の熱量を得るために必要な燃料代替量 [MJ /年]} = \\ \text{未利用エネルギー利用量 [MJ /年]} \div \text{機器効率} \\ \text{未利用エネルギー利用による CO}_2 \text{ 排出削減量 [kg-CO}_2 \text{ /年]} = \\ \text{同量の熱量を得るために必要な燃料代替量 [MJ /年]} \times \text{排出係数 [kg-CO}_2 \text{ /MJ]} \end{aligned}$$

【参考資料】

○太陽光パネルの補正係数について

資-Ⅲ-47 を参照

○太陽集熱パネルの効率について

資-Ⅲ-47 を参照

○日射量データ（斜面日射量 南面 30°）について

資-Ⅲ-48 を参照

2-4 目標設定の考え方

2-3で示した算定方法により、都市施策として取り組む低炭素対策別のCO₂削減効果を把握できる。これらのCO₂削減効果の積み上げにより、都市づくりに関する面的な建物更新を契機とした低炭素対策による目標設定が可能である。さらに、都市内の建物単体対策でのCO₂削減効果も把握することにより、都市全体の削減効果を基に、エネルギー分野での低炭素都市づくりで達成できる水準を明らかにし、目標として設定することが考えられる。

第3章 みどり分野

みどり分野については、本ガイドラインの第I編・第II編でとりまとめた低炭素化に向けた対策の考え方と方策を踏まえ、その効果算出の方法を以下の流れにそってとりまとめる。

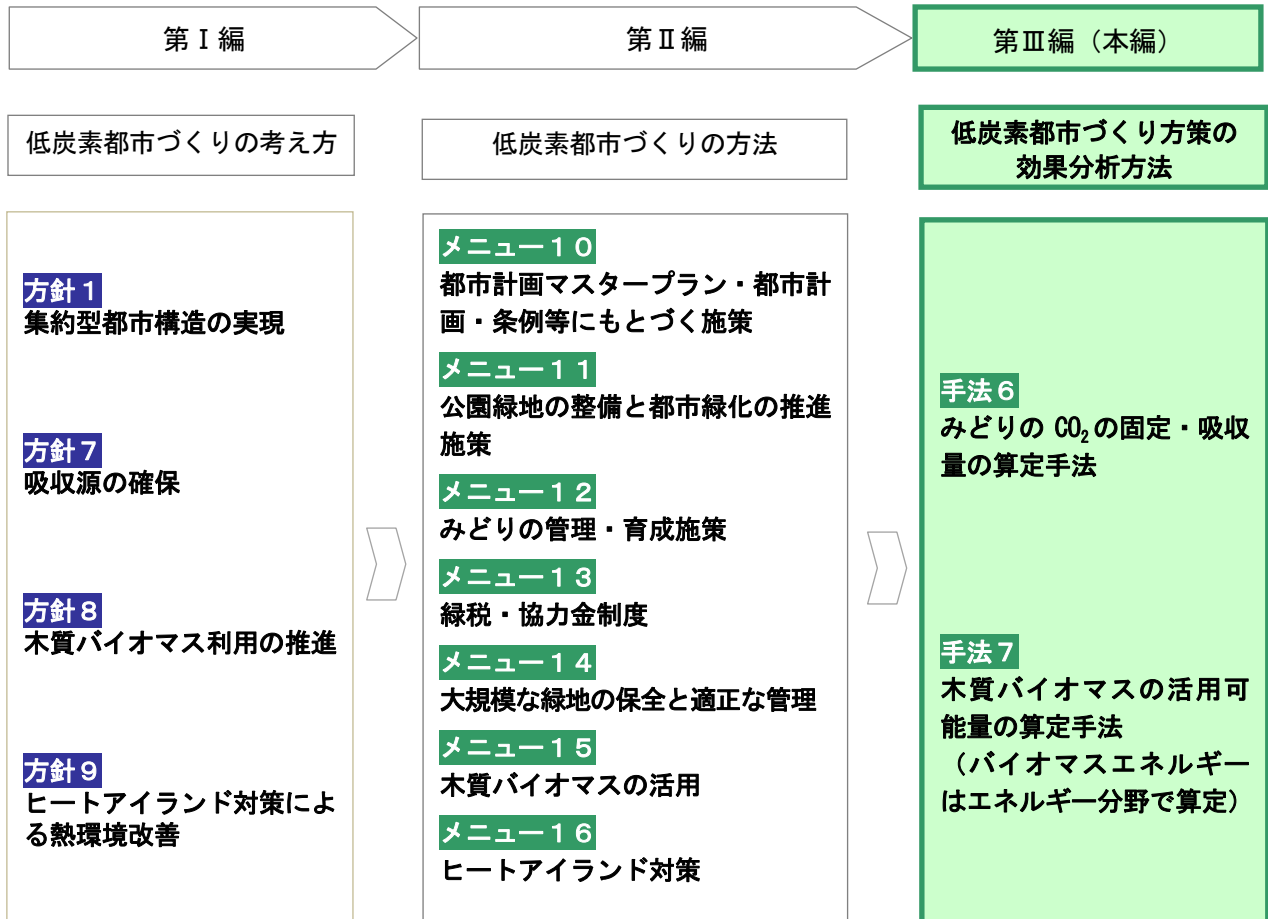


図3-1 みどり分野の構成と内容

3-1 対策評価の基本的な考え方

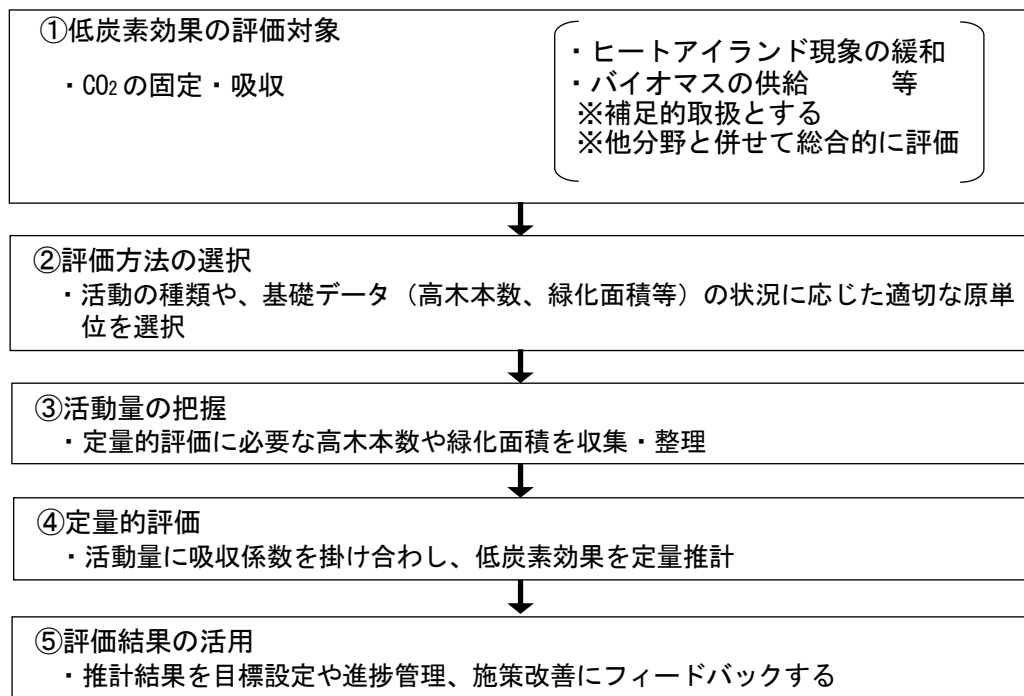
第II編で記述したとおり、都市のみどりは都市における唯一の吸収源対策である。また、都市のみどりの保全と創出に係る活動は、高木に関する固定・吸収量データが概ね整っていることから、「CO₂の固定・吸収」効果による直接的な低炭素化の定量化が図れる点で重要である。

「CO₂の固定・吸収」効果の定量化は、以下の式に示すように「活動量」と「吸収係数」の積で推計することができる。

$$\text{低炭素効果の推計値} = \text{活動量}_1 \times \text{吸収係数}_1 + \dots + \text{活動量}_n \times \text{吸収係数}_n$$

したがって、対策評価では、都市のみどりの保全や創出による直接的な吸収源対策の低炭素効果を「活動量」と「吸収係数」を用いて推計して定量的に整理し、低炭素効果の「見える化」を図ることが重要である。

そして、低炭素効果の「見える化」により、経年的評価や対策の目標設定、進捗管理等を適正に図っていくことが可能となる。



① 低炭素効果の評価対象

都市のみどりは CO₂ の固定・吸収効果以外に、集約型都市構造の実現やヒートアイランド現象の緩和、バイオマスの供給などの効果も有している。したがって、活動の評価は、本質的には、これらの定性的評価も含め総合的になされるべきものである。

定量的評価対象については、気候変動枠組条約への報告などより高木の吸収係数が概ね整っていることから、主として高木の炭素固定による CO₂ の固定・吸収とする。そして、都市のみどりの高木の本数及び樹種を把握・整理することにより、低炭素効果の定量的評価が可能となる。なお、高木本数や樹種の把握が困難な場合には、緑化面積により低炭素効果の定量的評価を行う。

一方、定性的評価対象であるみどりによるヒートアイランド現象の緩和やバイオマスの供給による CO₂ 排出抑制効果は、その対策評価手法が確立していない。また、都市のみどりだけではなく、都市全体の他の分野における対策とも密接に関連しており、総合的に評価することが必要である。

② 評価方法の選択

吸収係数を用いる場合には、活動の種類や、基礎データ（高木本数、緑化面積等）の状況に応じた適切な係数を選択する必要がある。

評価方法については、現時点で得られる知見データの蓄積が十分ではないために不確実性が残されており、今後の数値が更新される可能性があるため、十分な配慮が必要である。

③ 活動量の把握

活動量は、評価に必要となる高木本数、または緑化面積を把握する。

緑の基本計画等の計画策定段階や都市計画基礎調査などで活用される緑被率は、都市におけるみどりの被覆状況を知る指標として優れ、ヒートアイランド現象の緩和との関連性も高いことから、あわせて把握することが望ましい。

④ 定量的評価

高木の炭素固定による低炭素効果の定量評価は、活動量（樹木本数又は面積等）に吸収係数を乗じる方法とする。

⑤ 評価結果の活用

現況評価に基づき、都市のみどりの将来像などを考慮して、将来推計を行い、将来の目標を設定することが考えられる。

活動中または整備済の公園や緑地については、今後の管理方針や施策の見直しなどに活用し、計画的な取組や改善の参考とすることが考えられる。

3-2 対策評価の方法

(1) 低炭素効果の評価対象

低炭素効果の評価対象は前述した高木の炭素固定によるCO₂の固定・吸収とする。そして、評価対象とする都市のみどりは以下のとおりとする。

基本的に第Ⅱ編の「図 3-1-4 対策対象とする都市のみどり」で示した対策対象とする都市のみどりに存在する全ての高木が評価対象となり得る。しかしながら、低炭素都市づくりに役立つ都市のみどりの観点からは、持続性の担保されたみどりが重要となる。

したがって、評価対象とする都市のみどりは、公的空間の緑地を主体に、法令や条例により持続性が担保された民有緑地等を加えたものとする。

なお、計画対象森林は、吸収源対策として各地方自治体の森林行政の中で別途計上される場合もあるので重複に留意する必要がある。

表 3-2-1 公的空間の緑地及び持続性の担保された民有緑地等

緑地の種類	公的空間の緑地	持続性の担保された民有緑地	備考
都市公園	○		提供緑地や児童遊園等の都市公園と形質が類似するものを適宜含む
道路緑地	○		街路樹、駅前広場や交通島の植栽、環境施設帯や法面の植栽など
港湾緑地	○		港湾環境整備施設の植栽
河川緑地	○		河川区域内における植栽、但し占用物件は別途（例えば都市公園の占用）
下水道処理施設の外構緑地	○		都市下水路敷等の植栽を含む
官公庁施設の外構緑地	○		
公的賃貸住宅地内の緑地	○		
空港緑地	○		
公的教育施設の外構緑地	○		体育施設の植栽や学校林を含む、学校法人所有は、その他民有地の緑地に準ずる
緩衝緑地等	○		緩衝緑地、都市緑地、緑道、都市林など
墓園	○		都市公園に含まれないもの、民営はその他民有地の緑地に準ずる
特別緑地保全地区	○	○	
歴史的風土特別保全地区	○		買入れを行ったもの
市民緑地	○	○	
その他公共空間の緑地	○		
緑化整備計画認定緑地		○	
工場緑地		○	法令・条例等で担保されたもの
社寺林		○	法令・条例等で担保されたもの
屋敷林		○	法令・条例等で担保されたもの
その他の民有地の緑地		○	総合設計制度等の植栽など、法令・条例等で担保されたもの

注)「持続性の担保された民有緑地等」とは法令・条例等でその持続性を担保されたもの

(2) 評価方法の選択

CO₂の固定・吸収量の把握・評価は、上述したとおり、「活動量」と「吸収係数」を用いて推計する。

「吸収係数」は、都市のみどりのデータの整備状況やみどりの形態により選択する数値が異なることから、都市のみどりの形態、主要活動及び条件から合致するものを選択し、推計する。

なお、推計値の信頼性を高めるためには本数ベースの吸収係数を用いることが望ましいが、都市のみどりの全ての高木本数を把握することは困難であるため、面積ベースの吸収係数を適宜用いるものとする。

【補足資料】

表 CO₂の固定・吸収量の吸収係数と推計式の選択(1)

条件	吸収係数と推計式
対象とする都市のみどりの高木本数が把握できる場合	0.0356t-CO ₂ /本・年(北海道)×「本数」(本) 0.0334t-CO ₂ /本・年(北海道以外)×「本数」(本) ^{注)}
対象とする都市のみどりの高木本数が把握できない場合	表 CO ₂ の固定・吸収量の吸収係数と推計式の選択(2)へ

注) 京都議定書目標達成計画全部改定(H20)の参考資料2『都市緑化等の推進』P112の「地上バイオマス」「地下バイオマス」の算定方法のデータを使用

北海道: 0.0097t-C/本×44/12=0.0356t-CO₂/本 北海道以外: 0.0091t-C/本×44/12=0.0334t-CO₂/本

表 CO₂の固定・吸収量の吸収係数と推計式の選択(2)

都市のみどりの形態	条件	吸収係数と推計式
樹林地状の様相を呈した都市のみどり	全域で間伐更新や補植などの管理が行われていない場合	1.54t-CO ₂ /ha・年×「区域面積」(ha) ^{注1)}
	全域で間伐更新や補植などの管理が行われている場合	4.95t-CO ₂ /ha・年×「管理実施面積(=区域面積)」(ha) ^{注2)}
	間伐更新や補植などの管理が部分的に行われている場合	1.54t-CO ₂ /ha・年×「区域面積-管理実施面積」(ha)+4.95t-CO ₂ /ha・年×「管理実施面積」(ha)
	新規樹林地	14.25t-CO ₂ /ha・年×「区域面積」(ha) ^{注3)}
都市公園など	単位緑化面積当たり200本/ha以上のみどりの場合	10.04t-CO ₂ /ha・年×「緑化面積」(ha) ^{注4)}
	単位緑化面積当たり200本/ha未満のみどりの場合	実本数を把握し、推計する。

注1) 京都議定書目標達成計画全部改定(H20)の参考資料2『森林吸収源対策』P110の天然生林のデータを使用
0.42t-C/ha×44/12=1.54t-CO₂/ha

注2) 京都議定書目標達成計画全部改定(H20)の参考資料2『森林吸収源対策』P110の育成林のデータを使用
1.35t-C/ha×44/12=4.95t-CO₂/ha

注3) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2010.4)のP別添11-20のAR吸収量データとP別添11-47のAR活動量データを使用
391.95Gg-CO₂÷27.5kha=14.25t-CO₂/ha

注4) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2010.4)のP別添11-43のRV吸収量データとP別添11-47のRV活動量データを使用
670.70Gg-CO₂÷(71,981-5203)ha=10.04t-CO₂/ha

(3) 各施策の活動量の把握・評価

都市のみどりに係る活動量を把握する際には、低炭素効果の個別活動別の施策の実施量を単年度毎に把握し、施策の進捗状況を分析する。

個別活動の実施量の把握にあたっては、都市計画区域内における都市のみどりを「表 3-2-2 20●●年版の活動実績一覧（取りまとめ表（案）」）に示すような調査票を用いて集約する。

個別活動による低炭素の効果は、各活動の実施主体が自ら把握し、集計者に報告する。

低炭素効果の算定方法は単純化することが重要であり、「表 3-2-2 20●●年版の活動実績一覧（取りまとめ表（案）」）に示す吸収係数と活動量（樹木本数 or 面積）を掛け合わせるだけで算定できるレベルに留めておく。

緑地の活動実績の記入例として「表 3-2-3 緑地の活動実績一覧表の記入例」を示す。

表 3-2-2 20●●年版の活動実績一覧（取りまとめ表（案））

施設名	緑地分類	吸収・固定活動の内容	活動開始時期		活動量※			吸収係数	吸収量 (t- CO ₂) (活動量×吸収係数)	
			新規	継続	高木本数 (本)	面積 (ha)				
						区域面積	管理面積			緑化面積
△△緑地	1	1	●		2055			0.0334 t-CO ₂ /本		

※ 活動量は、吸収量の算出に利用したデータのみ記入。

各欄の記入方法は、以下の凡例表を参照する。

【凡例：記入方法】

施設名	施設の名称を入力（公園名、緑地名、道路の路線名、屋上緑化を施した建物名など）。
緑地分類	凡例①に示す種類から該当する ID を入力
吸収・固定活動の内容	凡例②に示す活動から該当する ID を入力。
活動開始時期	集計年に新規に開始した活動か、前年度からの継続活動か、該当する欄に●を入力。
活動量	吸収量の算定に用いた活動量を入力。活動量は、「高木本数（本）」、「区域面積（ha）」、「緑化面積（ha）」のいずれかであり、現場での把握可能な量に対応した吸収係数を選択。
吸収係数	「表 CO ₂ の固定・吸収量の吸収係数と推計式の選択(1)」及び「表 CO ₂ の固定・吸収量の吸収係数と推計式の選択(2)」に示した吸収係数のうち、活動内容及び活動量の種類に適した係数を選択。
吸収量 (t-CO ₂)	活動量×吸収係数を算定した結果を入力。

表 3-2-3 緑地の活動実績一覧表の記入例

20●●年版

ID	施設名	緑地の種類	吸収・固定活動の内容	活動開始時期		高木本数(本)	活動量			吸収係数	吸収量(t-CO2) (活動量×吸収係数)
				新規	継続		面積(ha)				
							区域面積	管理面積	緑化面積		
	緑沢街区公園	1	1		●				0.25	9.81	2.453
	木山総合公園(Ⅰ期)	1	1		●				1.30	9.81	12.753
	県営鶴賀崎公園	1	1		●				34.00	9.81	333.540
	緑山公園	1	1	●					0.20	9.81	1.962
	厚川緑道	1	1	●		623				0.0334	20.808
	木山総合公園(Ⅱ期)	1	1	●					8.40	9.81	82.404
	相谷市民緑地	14	2		●			0.75		4.95	3.713
			3		●			0.30		9.53	2.859
	成瀬市民緑地	14	3		●			1.30		9.53	12.389
	吉沢どんぐり緑地	10	4		●				3.20	14.73	47.136
	栗田市民農園	1	5	●		32				0.0334	1.069
	亀浜終末処理場	5	5		●	283				0.0334	9.452
	鶴賀崎ポンプ場	5	5		●	58				0.0334	1.937
	穴沢川遊歩道	5	5		●	523				0.0334	17.468
	花川第3種側帯	4	5		●	340				0.0334	11.356
	市道1-3-2号線	2	5		●	842				0.0334	28.123
	市道3.3.4号線(Ⅰ期)	2	5		●	368				0.0334	12.291
	市道3.3.4号線(Ⅱ期)	2	5	●		114				0.0334	3.808
	県道76号	2	5		●	286				0.0334	9.552
	国道88号	2	5		●	890				0.0334	29.726
	及川処分場	6	5		●	520				0.0334	17.368
	杉田リサイクルセンター	6	5		●	74				0.0334	2.472
	第一小学校	9	5		●	275				0.0334	9.185
	第二小学校	9	5		●	84				0.0334	2.806
	第二小学校学校林	9	3		●			2.00		9.53	19.060
	土呂山遺跡	13	2		●			0.56		4.95	2.772
	市営春日団地	7	5		●	348				0.0334	11.623
	市庁舎	6	5		●	215				0.0334	7.181
	市庁舎杉田分所	6	5		●	25				0.0334	0.835
	本所消防署	6	5		●	15				0.0334	0.501
	吉田特別養護施設	15	5		●	31				0.0334	1.035
	相谷幼稚園	9	5	●		10				0.0334	0.334
	豊島農業公園	1	1		●			5.30		9.81	51.993
	3号水路	15	5	●		296				0.0334	9.886
	ヤマヤ精工本社	20	5		●	320				0.0334	10.688
	竹川工業団地	17	1		●			1.50		9.81	14.715
	山花百貨店	20	5	●		21				0.0334	0.701
	合計										807.954

凡例②を参考に活動内容のIDを記入

名称を記入

活動開始時期は、当該年度から始めた活動は「新規」に記入する。「継続」は過去に実施した活動のすべてを記入。「継続」の遡及年は、地球温暖化対策地域推進計画等と整合を図ることが望ましい。ちなみに京都議定書では1990年を基準年としている。

凡例①を参考に緑地の種類のIDを記入

【凡例① 緑地の種類】

ID	緑地の種類	備考
1	都市公園	提供緑地や児童遊園等の都市公園と形質が類似するものも適宜含む
2	道路緑地	街路樹、駅前広場や交通島の植栽、環境施設帯や法面の植栽など
3	湾岸緑地	湾岸環境整備施設の植栽
4	河川緑地	河川区域内における植栽、但し占有物件は別途(例えば都市公園の占有)
5	下水道処理施設の外構緑地	都市下水路敷等の植栽を含む
6	官公庁施設の外構緑地	
7	公的賃貸住宅地内の緑地	
8	空港緑地	
9	公的教育施設の外構緑地	体育施設の植栽や学校林を含む、学校法人所有は、その他民有地の緑地に準ずる
10	緩衝緑地等	緩衝緑地、都市緑地、緑道、都市林など
11	墓園	都市公園に含まれないもの、民営はその他民有地の緑地に準ずる
12	特別緑地保全地区	
13	歴史的風土特別保全地区	買入れを行ったもの
14	市民緑地	
15	その他公共空間の緑地	
16	緑化整備計画認定緑地	
17	工場緑地	法令・条例等で担保されたもの
18	社寺林	法令・条例等で担保されたもの
19	屋敷林	法令・条例等で担保されたもの
20	その他の民有地の緑地	総合設計制度等の植栽など、法令・条例等で担保されたもの

【凡例② 国定・吸収活動の内容】

ID	活動の内容
1	緑地の創出
2	樹林地の保全(区域指定)
3	樹林地の保全(間伐更新や補植栽等の適正管理の実施)
4	新規樹林地の創出
5	高木植栽

※ 表 3-2-3 は記入例を示したものであり、記載の施設名、数値等はダミーであることに留意のこと。

3-3 評価結果の活用

(1) 目標の設定

第Ⅱ編3-3 都市の緑に係わる対策の推進方策で述べたとおり、CO₂の固定・吸収量の評価結果は、「緑の基本計画」の将来目標の指標として活用することが望ましい。

この場合、みどりの将来像に基づき将来推計を行い目標設定するアプローチと「新実行計画」で示される温室効果ガス排出削減及び吸収源対策の総量目標を考慮して目標設定するアプローチの2つがあり、地方公共団体の状況に応じて適切なアプローチを選択して目標を設定する。

なお、いずれのアプローチにおいても設定した目標は、「新実行計画」で示される計画フレームと整合が図られることに留意する。

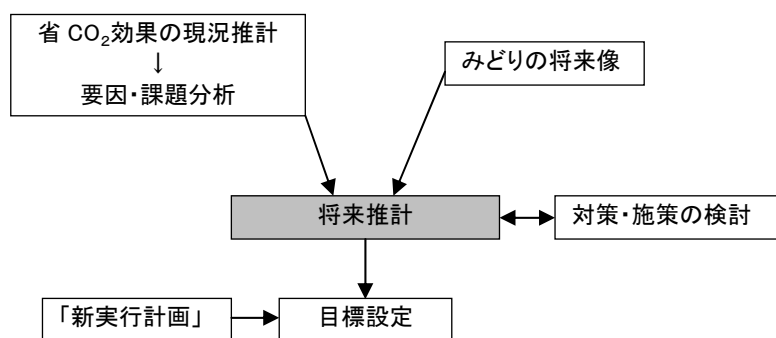


図 3-3-1 目標設定のアプローチ

(2) 管理等の指標への活用

基本的には年度ごとに実践した施策による活動量及びCO₂の固定・吸収量の評価結果を整理し、進捗管理の指標として活用することが考えられる。

そして、評価結果のレビューを行い、次年度に展開する短期のフィードバックを行い、併せて5年を目安にレビュー結果に基づき緑の基本計画の見直しを図るフィードバックを行うなど、時系列で体系的な取組を図ることが可能である。

【補足資料】

(参考資料) 国際ルールでの計算方法

①これまでの経緯

京都議定書では、「附属書 I に掲げる締約国は、この議定書の締約国の会合としての役割を果たす締約国会議の第 1 回会合に先立ち、科学上及び技術上の助言に関する補助機関による検討のため、1990 年における炭素蓄積の水準を設定し及びその後の年における炭素蓄積の変化量に関する推測を可能とするための資料を提供する。この議定書の締約国の会合としての役割を果たす締約国会議は、第 1 回会合において又はその後できる限り速やかに、不確実性、報告の透明性、検証可能性、気候変動に関する政府間パネルによる方法論に関する作業、第 5 条の規定に従い科学上及び技術上の助言に関する補助機関により提供される助言並びに締約国会議の決定を考慮に入れて、農用地の土壌並びに土地利用の変化及び林業の区分における温室効果ガスの発生源による排出量及び吸収源による除去量の変化に関連する追加的な人の活動のいずれに基づき、附属書 I に掲げる締約国の割当量をどのように増加させ又は減ずるかについての方法、規則及び指針を決定する。この決定は、2 回目及びその後の約束期間について適用する。締約国は、当該決定の対象となる追加的な人の活動が 1990 年以降に行われたものである場合には、当該決定を 1 回目の約束期間について適用することを選択することができる。」(第 3 条第 4 項) とされている。

2001 年 10 月の第 7 回条約締結国会議 (COP7) におけるマラケシュ合意において、「農用地の土壌並びに土地利用の変化及び林業の区分における温室効果ガスの発生源による排出量及び吸収源による除去量の変化に関連する追加的な人の活動」のうち、追加的吸収源活動の具体的内容として、『植生回復・森林経営・農地管理・牧草地管理』が定められた。

表 京都議定書 3 条 4 項に示される追加的な人為的活動(マラケシュ合意)

活動名	定義
植生回復 (re-vegetation)	0.05ha 以上の植生回復を行うことによって、炭素蓄積量を増加させる直接人為的な活動。 1990 年 1 月 1 日以降に開始され、植林、再植林の定義に当てはまらないものみに限定される。
森林経営 (forest management)	環境、経済、社会的機能が発揮させることができるように森林を持続的に管理する取組。 1990 年 1 月 1 日以降に開始されたものに限定される。
農地管理 (cropland management)	農作物耕地や農作物の休耕地を管理する取組。 1990 年 1 月 1 日以降に開始されたものに限定される。
牧草地管理 (grazing management)	植物や家畜生産の量と種類を管理する取組。 1990 年 1 月 1 日以降に開始されたものに限定される。

また、「追加的な人の活動のいずれに基づき、附属書 I に掲げる締約国の割当量をどのように増加させ又は減ずるかについての方法、規則及び指針」として、2003 年 11 月の気候変動に関する政府間パネル (IPPC) の総会において『土地利用、土地利用変化及び林業に関する良好手法指針 (LULUCF-GPG)』が採択され、2004 年 12 月の気候変動枠組条約第 10 回締約国会議 (COP10) で適用が決定された。

②植生回復の報告状況

わが国では森林経営及び植生回復について、2007年より報告を開始しており、2010年4月には、4回目の「日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2010年4月）」において別添11「京都議定書3条3及び4の下でのLULUCF活動の補足情報」を提出し、2008年度末時点での排出・吸収量を報告している。

この報告における植生回復の算定対象及び算定方法の概要を以下に示す。

植生回復の対象緑地

下表に示す8区分について「植生回復活動」と位置づけ、CO₂の排出・吸収量を算定している。

表 植生回復の対象緑地

下位区分
1. 都市公園
2. 道路緑地
3. 港湾緑地
4. 下水道処理施設における外構緑地
5. 緑化施設整備計画認定緑地
6. 河川・砂防緑地
7. 官庁施設外構緑地
8. 公的賃貸住宅地内緑地

算定方法

LULUCF-GPGにおいて、排出・吸収量は5つの炭素プール（地上バイオマス、地下バイオマス、リター、枯死木、土壌）について算定することが定められている。

ただし、算定方法が示されているのは地上バイオマスと地下バイオマスのみであり、その他の炭素プールについては、各国独自の算定方法を確立することとなっている。

2010年5月に報告している各プールの算定方法は、概ね以下のとおりである。

○地上バイオマス（高木の地上部の成長量）の算定方法

【算定式】

地上バイオマスの炭素変化量(t-C/yr) = 樹木の地上部による炭素固定量(t-C/yr)

ここで、

樹木の地上部による炭素固定量(t-C/yr) =

(樹種クラス a の本数 × 樹種クラス a の吸収係数) ・ ・

+ (樹種クラス i の本数 × 樹種クラス i の吸収係数)

【留意点】

- ※ 高木とは、「将来的に 3m以上で管理する」樹木のみを対象としている。
- ※ 平均樹齢が 20 歳以上の場合、枯損等による損失を算定し、上式の樹木の成長量から差し引く必要があるが、対象となる植生回復活動は 1990 年 1 月 1 日以降に開始されたものであるため、わが国の植生回復地における平均樹齢は 20 歳以下となり、枯損等による損失をゼロとして報告している。
- ※ 樹種クラス別の吸収係数は、下表のとおり LULUCF-GPG に定められている。樹種クラスへの割り振りは、科属分類に着目している。
- ※ 樹木本数の実数を把握しているのは一部の下位区分のみであり、都市公園をはじめとする多くの下位区分は、「単位面積当たりの高木本数」等をサンプル施設のデータから設定して推計している。

表 樹種クラスと吸収係数 (LULUCF-GPG)

樹種クラス (LULUCF-GPG)	樹種クラス (和訳)	樹種クラス No	吸収係数 (t-C/yr/本)	樹種の適合根拠
Aspen	ポプラ	①	0.0096	ヤナギ科
Soft maple	アメリカハナノキ	②	0.0118	
Mixed Hardwood	混交広葉樹	③	0.0100	広葉樹全般
Hardwood maple	サトウカエデ	④	0.0142	カエデ科
Juniper	セイヨウネズ	⑤	0.0033	ヒノキ科
Cedar/larch	ヒマラヤスギ/ カラマツ	⑥	0.0072	マツ科カラマツ属 スギ科スギ属等
Douglas fir	ベイマツ	⑦	0.0122	マツ科トガサワラ属
True fir /Hemlock	モミ/アメリカツガ	⑧	0.0104	マツ科モミ属 マツ科ツガ属等
Pine	マツ	⑨	0.0087	マツ科マツ属
Spruce	トウヒ	⑩	0.0092	マツ科トウヒ属

○地下バイオマス（高木の地下部の成長量）の算定方法

【算定式】

樹木の地下部による炭素固定量(t-C/yr) = 樹木の地上部による炭素固定量(t-C/yr) × 26/74

【留意点】

- ※ 「26/74」は、IPCC2006 年国別温室効果ガスインベントリガイドラインに地下部の炭素固定量は、樹木全体の 26%を占めることがデフォルト値として示されている。つまり、26/74 は、地上バイオマスに対する地下バイオマスの比率を示している。

◎リター（落葉・落枝）の算定方法

【算定式】

リターによる炭素固定量(t-C/yr) = 高木本数(本) ×
高木一本あたりの年間リター発生量のモデル値(t-C/本/yr) × 敷地内残存率(%)

【留意点】

- ※ リター発生量は、現地におけるリタートラップの結果から設定している。
- ※ 都市緑地の場合、敷地内で発生した落葉・落枝等の一部は、敷地外に持ち出されて利用または処分されることが多いため、リターの敷地内残存率を都市公園のアンケート調査の結果から設定している。

◎枯死木の算定方法

枯死木本数を直接把握することが出来ない。ただし、現在把握している「高木本数」は、「枯死」や「追加植栽」を含んだある時点の本数（開園当初の本数ではない）であることから、高木本数に枯死の結果も含まれるものとして、「地上バイオマスに含まれる（IE）」ものとして報告している。

◎土壌の算定方法

都市公園及び高速道路のり面の現地調査結果を根拠として、整備後、少なくとも20年間以上は炭素ストックが増加し続けることを明らかにしている。

しかし、報告時点では全国の都市公園の炭素ストック変化量を推計するための十分なデータが得られていないとして、「NR（炭素プールが排出源ではないため、計上対象から除外）」として報告している。

2008年度末時点の排出・吸収量

2010年4月提出の報告書では、植生回復全体で、下表に示すとおり約67.1万t-CO₂の吸収となっている。

なお、C：炭素量をCO₂：二酸化炭素量に換算する係数は44/12となる。

表 植生回復の排出・吸収量算定結果

CO ₂ の排出・吸収量	[Gg-CO ₂]	[Gg-C]
合計	-670.70	182.92
地上バイオマス	-485.95	132.53
地下バイオマス	-170.74	46.57
枯死木	IE	IE
リター	-14.03	3.83
土壌	NR	NR

CO₂)+: 排出、-: 吸収

C) +: 吸収、-: 排出

出典)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書、P別添11-43国,2010年4月)」より作成

(参考資料) CO₂の固定・吸収以外の効果の整理

CO₂の固定・吸収効果以外の定量的評価については、本編では取り扱わないが、対策による活動量を把握することは、今後定量評価手法が確立した際に有効となることに留意する。

ヒートアイランド現象の緩和やバイオマスの供給の評価については、先に述べたとおり補足的な取扱とするが、これらの評価は、対策評価手法が確立していないこともさることながら、都市のみどりだけの視点では、対策の全体像を評価できないため、他の分野での対策の視点も加えて、総合的に評価することに留意する。

上述した留意点を踏まえ、CO₂の固定・吸収以外の低炭素効果は定性的評価を行い、都市のみどりの総合的な評価に役立てることが重要となる。

表 主要活動別の低炭素に関する原単位と把握すべき活動量（参考）

低炭素効果	主要活動	条件	原単位（削減係数）	把握すべき活動量	活動量把握時の留意点
(固定・吸収源効果)	バイオマスの利用	堆肥・チップ化や原木丸太の利用	(-0.0356t-CO ₂ /t・年) ¹	利用した乾重量を把握。	都市緑地内で利用するか、都市緑地外に持ち出すかをチェック。
ヒートアイランド現象の改善効果	屋上緑化	屋上部分の緑化	40t-CO ₂ /ha・年 ²	屋上緑化の緑化面積(芝生地+植栽地面積)	壁面緑化は含まないこと。
	緑被率の向上	既成市街地の現況緑被率に10%の積上げをする	0.23t-CO ₂ /ha・年 ³	「市街地の緑被率」を把握。	
バイオマスの供給効果	木質ペレット利用	施設系緑地管理	1.32t-CO ₂ /ha・年 ⁴	「管理面積」を把握。	供給量の把握を合わせて行う。
	エタノール・ディーゼル利用	施設系緑地管理	0.66t-CO ₂ /ha・年 ⁵		
	ガス化発電	施設系緑地管理	0.56t-CO ₂ /ha・年 ⁶		

※本表では、既往の知見データが乏しいことから、参考値として示すので、取扱いに配慮する。

1 温室効果ガス総排出量の算定支援システム（環境省）の「木くずの分解量：103年で完全分解」より算出、マイナスは排出

2 京都議定書目標達成計画全部改定（H20）の『緑化等ヒートアイランド対策を通じた都市の低炭素化』のデータを使用

3 「都市環境軸に関する研究」：平成18年度都市センター研究報告のデータを使用

4 「バイオマスエネルギーの活用からみた平地林管理シナリオの評価」：寺田 徹、横張 真、田中 伸彦のデータを使用

5 「バイオマスエネルギーの活用からみた平地林管理シナリオの評価」：寺田 徹、横張 真、田中 伸彦のデータを使用

6 「バイオマスエネルギーの活用からみた平地林管理シナリオの評価」：寺田 徹、横張 真、田中 伸彦のデータを使用