

防災にも役立つエネルギーの面的利用による低炭素まちづくり

国土交通省国土技術政策総合研究所 都市研究部都市施設研究室
高柳 百合子
日本環境技研株式会社 都市環境企画部
桑原 淳、○佐藤 順子

はじめに

東日本大震災の後、全国各地で防災とエネルギーへの関心が高まりを見せている中で、都市低炭素化促進法が施行されようとしている。このような状況を背景として、低炭素都市づくりの推進と、行政区域内の重要な地区における防災計画の検討は、共にまちづくりの重要なテーマとなっている。

そこで本稿では、国土技術政策総合研究所が平成 21 年度～23 年度にかけてプロジェクト研究として実施した、エネルギーの面的利用による低炭素まちづくりに関する研究の成果について、エネルギーの面的利用が低炭素まちづくりだけでなく、防災にも役立つことに焦点をあてて紹介する。

1. 概要

平成 20 年 3 月に改定された「京都議定書目標達成計画」では、業務その他部門は家庭部門とともに「効果的な対策を抜本的に強化することとされており、「エネルギーの需要・供給に関連するそれぞれの主体は自らの役割を適切に認識し、自らが直接管理する範囲にとどまらず、他のエネルギー需要・供給者と連携してエネルギー効率の更なる向上を目指す」こととされている。

そこで、エネルギーの面的利用によって、従来の単独建物レベルの取り組みに留まらない低炭素型の都市・地域構造の形成が図られることを目指して、以下のような研究を行った。

1) エネルギーの面的利用に関する適用可能な最新技術メニュー

まず最初に、既に建物単体や同一敷地内複数建物のレベルでは導入されている 6 つの最新技術(太陽光発電、太陽熱利用、燃料電池、焼却廃熱利用、河川水等の熱利用、エリア・エネルギー・マネジメント)の導入事例を調査し、既存の面的な熱エネルギー技術(地域熱供給、地点熱供給、建物間熱融通)との組み合わせの可能性と有効性を明らかにした。

2) エネルギーの面的利用に関する事業性診断手法の開発

次に、都市計画マスタープランなどで熱エネルギー面的利用促進地域を指定して、積極的に事業を推進していく地域を検討する場合と、地域を問わず、個別プロジェクトの企画構想段階で導入適性を検討する場合の 2 つの場面を設定し、それぞれの検討に必要な、抽出条件や判断基準の詳細を含む検討フローを作成した。

3) エネルギーの面的利用による低炭素まちづくりの手引きの作成

最後に、まちづくり部局担当者を対象に、2) で検討したフローの手続きに沿って、エネルギーの面的利用の導入を推進する場合に検討するための手引きを作成し、併せて建物の用途(6 種類の中から選択)、床面積を入力すれば、面的利用の実施前後について、建物用途の混合がもたらす需要の平準化を体感できるソフトウェアを作成した。

手引きでは、エネルギーの面的利用が防災に役立つことも紹介している。

そこで本論では、手引きの構成、面的利用のまちづくりへの貢献、面的利用による都市の防災・自立機能の向上、熱エネルギー面的利用の導入適地検討手法などについて紹介する。

2. 手引きの構成

今回作成した「エネルギーの面的利用による低炭素まちづくりの手引き」の構成は表 1 のとおりであり、3 章では、面的利用のまちづくりへの貢献の 1 つとして、都市防災における役割について

記載している。また、4章では面的利用導入適地を検討するフローを提示し、5章では熱の面的利用の導入効果試算例を掲載している。

表1 「エネルギー面的利用による低炭素まちづくりの手引き」の構成

1. 本手引きの位置づけと活用場面 1.1 本手引きの位置づけ 1.2 本手引きの活用場面 2. 熱エネルギーの面的利用の概要 2.1 熱エネルギーの面的利用とは 2.2 面的利用の意義・効果 2.3 面的利用の事例 3. まちづくりに貢献する熱エネルギーの面的利用 3.1 まちづくりに求められる要素と面的利用の効果 3.2 まちづくりの特性に応じた面的利用のあり方 3.3 エネルギーの面的利用の役割・機能拡大のための施策展開 3.4 面的利用を推進するための方策	4. 熱エネルギー面的利用の導入適地検討 4.1 施策としての熱エネルギー面的利用導入適地の検討 4.2 個別プロジェクトにおける熱エネルギー面的利用導入適性の検討 5. 熱の面的利用の導入効果試算例 5.1 高い効果が期待できる面的利用のパターン例 5.2 建物間熱融通の導入効果 5.3 地域冷暖房(高効率熱源・未利用エネルギー活用型)の導入効果 参考 面的利用推進のための関連支援制度
---	--

3. 面的利用のまちづくりへの貢献

まちづくりの役割として、社会や需要家のニーズに応え、地域における様々な要請を総合的に実現し、長期間にわたって維持していくことが求められている。エネルギーの面的利用には、地区独自のエネルギーインフラ整備や、地域密着型の需要家ニーズに適切に対応した運営管理などによるまちづくりへの貢献が期待される。

手引きでは、まちづくりに求められる要素として、「低炭素化・省エネルギー」「防災・非常災害対策」「景観・街並み(賑わい)」「経営・資産価値(地域・街区・建物)」の4つの視点から、エネルギーの面的利用がまちづくりにもたらす効果について整理した。

表2 エネルギーの面的利用がもたらす効果

項目	効果
1) 地域ぐるみの低炭素化・省エネルギーの促進	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー需要を集約し、負荷パターンが平準化されることによる設備稼働率の向上 未利用エネルギーの活用によるヒートアイランド現象の緩和 集約化された適切なエネルギー設備の形成と充実した運転管理体制の構築
2) 都市の防災・自立機能の向上	<ul style="list-style-type: none"> 非常時のエネルギー設備体制の強化 エネルギー設備の設置が不要となり、危険物の取り扱いがなくなる 受水槽や蓄熱槽を活用した生活用水・防火用水の確保 地域の防災拠点の形成
3) 美しい景観・街並み(賑わい)の創出	<ul style="list-style-type: none"> 地区内各建物の屋上冷却塔や屋外設備を一箇所に集約することによる景観向上 機械室や熱源設備を集約し、地域の共用スペースを創出 寒冷地ではロードヒーティングに面的利用の熱を活用可能
4) 都市機能の維持・資産価値の向上	<ul style="list-style-type: none"> 適切な運営管理を継続的に行い、ライフサイクルコストを低減 安定的なエネルギー供給の確保と環境性に優れたエネルギー方式採用による街区や建物に対する評価の向上 エネルギーマネジメントを含めた、効果的なタウンマネジメントの実施 需要家建物のエネルギー設備が不要(建設時のインシヤルコスト低減)

4. 面的利用による都市の防災・自立機能の向上

ここでは、3章で紹介した面的利用によるまちづくりへの貢献に関するもののうち、防災・非常災害対策について取り上げる。

東日本大震災を契機として、都市の防災性の向上、災害時の対策強化がこれまで以上にまちづくりの要素として注目されている。特に災害後の停電、節電状況時における一定水準の都市機能の維持を図ることにより、住民や就業者の安全と安心を確保することが求められる。

(1) 非常時のエネルギー設備管理体制の強化

エネルギーの面的利用の熱源設備は、通常、公共性の高い地区において堅固な建物・構造に設置され、地区専用のエネルギープラントとして安全性に十分配慮された良好な設備が形成される。また、その運営にあたっては、通年 24 時間、専門性の高いエネルギープラントの運転管理員が常駐し、常時エネルギー設備や需要家のエネルギー使用状況に対する的確な監視、管理を行っており、異常が発生した場合は早期に発見し、迅速に対応している。

また、需要家建物においては、エネルギー設備の設置が不要となり、危険物の取り扱いが無くなるため、災害発生危険が減少する。

(2) 生活用水・防火用水の確保

エネルギーの面的利用の熱源設備は大量の水を使用し、蓄熱槽を設けることも多いため、受水槽や蓄熱槽に大量の水を保有している。災害時の消火用や周辺地区も含めた生活用水として利用することができ、自治体や消防署と災害時の水利用について協定を結んでいるケースもある。また、非常用電源が保有されることにより、災害時において非常用施設の機能が確保される。

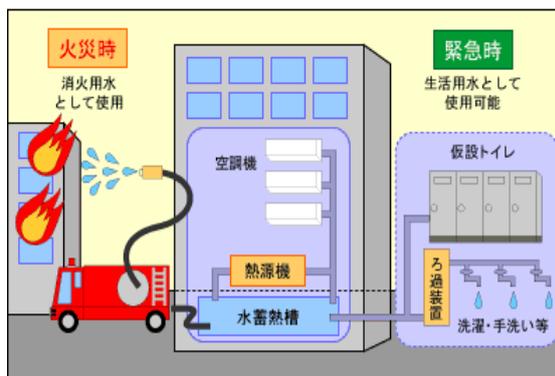


図1 蓄熱槽の消防用水としての活用イメージ

(3) 地域の防災拠点の形成

エネルギーの面的利用の導入によって地域の防災性が高まるため、エネルギーの面的利用のエネルギー設備が設置されている建物が地域の防災拠点として位置づけられることも多い。地域の防災計画を策定し、需要家建物所有者等と連携して防災体制を整備して防災活動を活発に行うことにより、地域としての防災機能・防災意識の向上に貢献することが期待される。

(4) 地震・災害に強い都市づくりにおける防災拠点としての位置づけと防災機能の強化

長寿命の堅固な建物内に形成される良好なエネルギー設備と常駐する運転管理員を擁するエネルギーの面的利用の供給施設は、災害発生の防止に寄与するとともに地域の防災拠点として相応しい地点である。また、災害時に活用できる大量の水や非常用電源も保有していることから、高い防災機能を有しており、今後ますます高まる都市防災機能の強化・拡大を図る上で欠かすことができない施設として位置づけられる。エネルギー面的利用の持つ省エネルギー、環境負荷軽減効果に加え、都市防災機能の強化の面からも有効な導入施策が必要である。

5. 面的利用の防災への貢献に関する事例

4章で述べたように、面的利用には都市防災や災害時の自立機能の向上への貢献が期待されている。ここでは、国内の面的利用における地域防災への貢献について事例を紹介する。

(1) 六本木ヒルズ^{*1}

①エネルギー供給事業の概要

六本木ヒルズでは、電気供給形態として、一般電気事業者以外の事業者が特定の建物に対し電力を供給する「特定電気事業」を採用している。また、熱供給事業では発電時の排熱を最大限に活用して冷水、蒸気の熱製造を行い、配管を通じて各建物に熱を供給している。

電気や熱の供給先には、昼間にエネルギー負荷のピークを持つ業務・商業施設と、夜間に負荷のピークを持つホテルや集合住宅があり、それらが合わさることで負荷が平準化されている。

②信頼性が高いエネルギーシステム

地域内に電力と熱を供給するエネルギープラントを設置。

発電施設は、常時は都市ガスを燃料に発電するが、電力会社からのバックアップがあり、さらに備蓄している灯油を燃料に発電することも可能で、複数のエネルギー源を用いたエネルギーセキュリティーが高いシステムとなっている。

発電機は6台のうち3台が非常用発電機となっており、ガス供給が途絶えた場合には燃料を灯油に瞬時に切り替えることができる。灯油の備蓄は3日分以上あり、震災時に逃げ出す街ではなく、留まるあるいは逃げ込む街としている。

(2) 東京スカイツリー地区^{*2}

① エネルギー供給事業の概要

「東京スカイツリー地区」熱供給事業では、「東京スカイツリータウン」地下に設置した高効率・省エネ・省CO₂性能を持つ大型熱源機器を夜間電力により稼働させ、夏は5℃の冷水、冬は48℃の温水を大量に製造して「大容量水蓄熱槽」に蓄え、翌昼間にこの蓄えた冷水・温水を冷暖房に使用することにより、昼間の電力使用量を抑えることを目指している。

これにより、昼間時の電力使用量の大幅なピークシフトに寄与するとともに、世界最高水準の高効率・省エネ・省CO₂性能の大型熱源機器を最大限活かし、地中熱利用と相まって、一層の省エネルギー効果が期待される。

② 蓄熱槽の防災活用

「大容量水蓄熱槽」の保有水を、大規模災害時の生活用水として地元墨田区に提供することについて同区と協定を締結している。保有水量約7,000tは、25mプール(標準水量約400t)換算で約17杯分になる。1日に成人が使用する生活用水は「約30L/人」と言われており、仮に全量を提供した場合は約23万人・日分の量となる。また、東京消防庁本所消防署とは、同保有水を、消防水利として提供することについて打合せを進めており、災害時に消火活動を優先し提供すべく準備している。

6. 熱エネルギー面的利用の導入適地検討

地域防災および低炭素まちづくりへの貢献が期待されている面的利用の導入を推進するにあたり、手引きでは導入適地の抽出・検討手法の一例を示している。

(1) 導入適地の抽出・検討フローの作成

手引きでは、熱エネルギー面的利用の導入適地として、“施策としての導入適地”と“個別プロジェクトとしての導入適地”を想定し、抽出・検討フローを作成した。

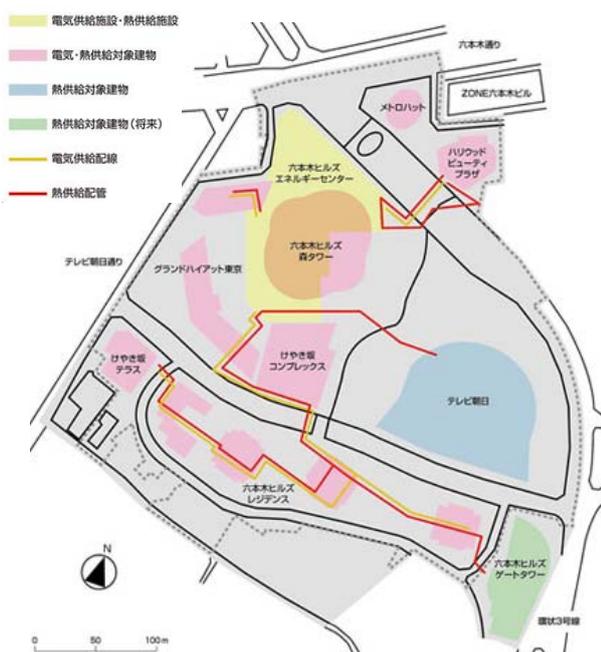


図2 計画区域・エネルギー供給ルート図

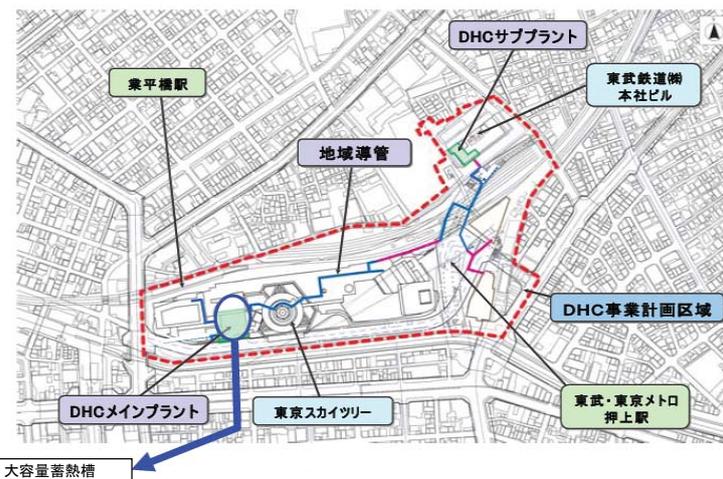


図3 熱供給区域

表3 熱エネルギー面的利用の導入適地

施策としての導入適地	都市計画マスタープランなどにおいて、「熱エネルギー面的利用促進地域(アクションエリア)」に指定し、面的利用を積極的に導入推進していく地域
個別プロジェクトとしての導入適地	アクションエリア内外を問わず、企画構想段階で面的利用の導入を検討する必要があるプロジェクト。

(2) 施策としての導入適地の検討

エネルギーを効率的に利用するには、その考え方を都市計画マスタープラン等に盛り込んでいくことが重要である。その一手法として、「熱エネルギー面的利用促進地域(アクションエリア)」を指定し、その地域を中心として、熱エネルギー面的利用の導入を積極的に進めていくことが有効であり、同時に災害にも強いまちづくりも展開していく。

①面的利用の導入適性が高い地域の抽出

図4の抽出・検討フローに示すように、面的利用促進地域(アクションエリア)を選定する手順としては、まず、面的利用の導入適性が高い地域を抽出し、それに各自治体の将来計画や展望等を踏まえて促進地域を決定することが望ましい。面的利用の導入適性が高い地域の判断基準としては、表4のような事項が考えられる。

表4 面的利用の導入適性が高い地域の判断基準(例)

現状の土地利用から見た場合	熱負荷密度が高い地域 例) 地域面積2.5ha以上(町丁目相当)の地域で、熱負荷密度が4.2TJ/ha・年以上、またはグロス容積率100%以上 ^{*3} など
都市の集約化なども含めた将来的な都市計画から見た場合	法定容積率が高く設定されている地域 例) 法定容積率500%以上 など
未利用エネルギーの有効利用から見た場合	未利用エネルギー源から近い地域 例) 清掃工場や下水処理場から1km以内 など

手引きでは、実在の地域のデータを使用して導入適地を抽出している。結果は図5であり、駅を中心に鉄道および幹線道路の沿線地域が抽出された。

②一定規模以上の建物が2棟以上隣接している地区の抽出

①の導入適地に含まれていない場合でも、一定規模以上の建物が2棟以上隣接している地区は建物間熱融通を導入できる可能性がある。そのような地区を事前に把握し、建物や熱源設備更新のタイミ

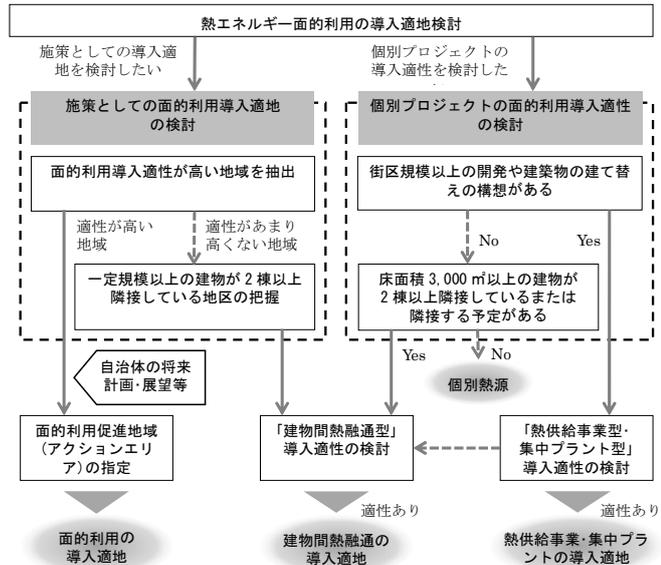


図4 導入適地の抽出・検討フロー

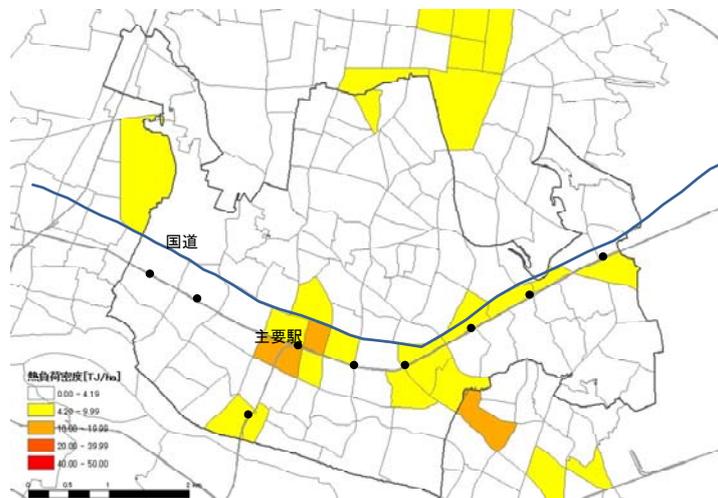


図5 導入適地抽出例(熱負荷密度4.2TJ/ha・年以上の地域)

ングに合わせて建物間熱融通の導入を検討できるように準備しておくことも必要である。

手引きでは、図6のように「床面積 3,000 m²以上^{*1}の建物が2棟以上隣接している」ことを抽出基準の例として、抽出手順を示した。

(3) 個別プロジェクトの面的利用導入適性の検討

面的利用促進地域に該当しない地域でも、街区規模以上の開発や建物の建て替えなどの構想(プロジェクト)がある場合には、個別プロジェクト単位で面的利用導入適性について

検討する必要がある。その際には、対象建物の熱源方式や建物間距離、建物用途、周辺道路などについて、事前に開発計画の確認や目視調査およびアンケート調査を実施する。

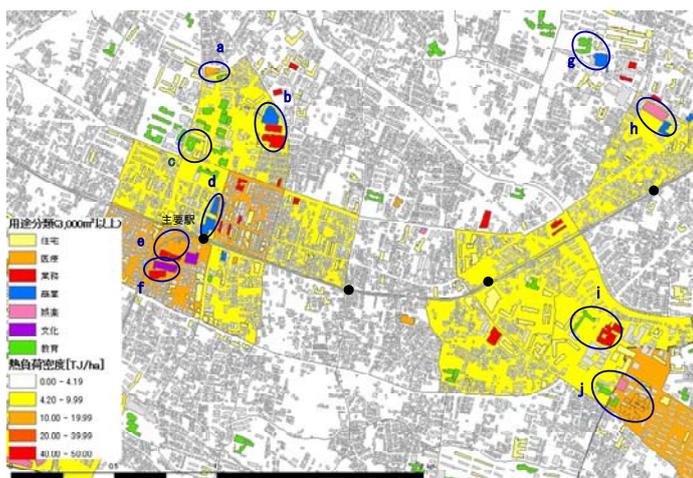


図6 「建物間熱融通型」の導入適正が高いと考えられる地区の抽出例

7. 面的利用の導入効果試算例

手引きにおいて、高い省エネルギー効果が期待できる面的利用の導入効果試算例を示した。なお、試算例は、専門家と協議した上で熱源設備を適切に計画した場合の導入効果であり、具体的なプロジェクトについての導入効果を検討する場合には、専門家の協力を得て、各地域の特性を踏まえた検討が必要である。

表5 建物間熱融通の導入効果試算例の概要

検討対象	業務施設(20,000 m ²)、ホテル(10,000 m ²)
熱源方式	業務施設にコージェネレーションを導入。業務施設で使いきれない排熱を熱融通によってホテルで利用する。(建物間距離 50 m)
熱需要 (東京の場合)	業務施設…最大 2,434 kW、年間 2,400 MWh ホテル…最大 1,550 kW、年間 3,023 MWh
省エネルギー量	7,394 GJ/年 (省エネルギー率 27.4%)
CO ₂ 削減量	377 t-CO ₂ /年 (CO ₂ 削減率 26.3%)

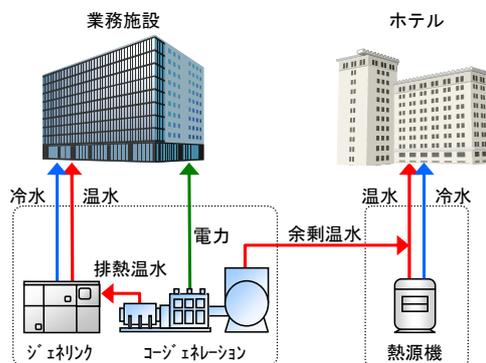


図7 「建物間熱融通型」システムイメージ

おわりに

地域防災や、エネルギーの面的利用を推進するにあたっては、民間の建物オーナーやユーザーの協力連携が不可欠であるが、まずは地域防災計画や地域のエネルギー政策を担う地方公共団体が、自ら所有する公共建築物を中心としたエリアにおいて、率先した取り組みを進める必要があるだろう。

参考文献等

*1 森ビル(株) ホームページ

*2 (株)東武エネルギーマネジメント プレリリス

*3 「プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究」日本地域冷暖房協会(現 都市環境エネルギー協会)

*4 旧東京都地域冷暖房指導要綱で地域冷暖房計画区域中の延床面積 3,000 m²以上の建物に加入協力義務を課しているに基づく

注) 本論文は、国土技術政策総合研究所「熱エネルギーネットワークシステム導入効果等算定プログラムの試行・改良業務報告書」(2012.3)の成果を再構成し、加筆したものである。