

## 第2節

## 地球温暖化に対応する首都圏の取組

第1節で取り上げた首都圏のCO<sub>2</sub>排出実態や気候変動、再生可能エネルギーの導入状況等を踏まえ、首都圏の都市環境や社会活動に焦点を当て、地球温暖化に対応し、カーボンニュートラルの実現に向けた分析・取組を紹介する。

## 1. テレワーク拡大を生かした環境負荷低減

(1) 自動車通勤の減少によるCO<sub>2</sub>削減

令和元(2019)年度以降新型コロナウイルスが拡大する中で、首都圏では東京圏を中心にテレワークの導入が大きく進み、令和3(2021)年度の首都圏全体におけるテレワーカー率(当該年度までにテレワークを経験した就業者の割合)<sup>1)</sup>は38.9%(令和元(2019)年度17.6%)となり、各圏域で前年度に続いて増加した(図表1-2-1)。国際エネルギー機関(IEA)によれば、世界でテレワーク可能な人が自宅でテレワークをした場合、家庭でのCO<sub>2</sub>増加に比べ、通勤などの個人の移動が減少することによるCO<sub>2</sub>削減量が大きいとされている<sup>2)</sup>。令和2(2020)年度の全国の温室効果ガス排出量については、令和元(2019)年度比5.1%減と大きく減少しており、各部門(産業・運輸・業務その他・家庭・エネルギー転換)におけるエネルギー起源CO<sub>2</sub>は運輸部門の減少率(10.2%)が最も大きい。これらを踏まえ、首都圏における在宅勤務の増加による自動車通勤減少に着目し、通勤移動の変化に伴うCO<sub>2</sub>削減効果を分析する。

令和3(2021)年度の首都圏におけるテレワーカー率は約4割となっており、職種別に見ると、管理職、研究職、専門・技術職、事務職、販売・営業(以下「テレワーカー率の高い職種」という。)で高くなっている(図表1-2-2)。また、テレワークを実施したことのない就業者も含めた今後のテレワーク実施意向<sup>3)</sup>に基づく場合、テレワーカー率は首都圏全体で約5割に達し、職種別では管理職の一部を除き、令和3(2021)年度実績よりも概ね増加が見込まれ、テレワーカー率の高い職種で見ると、特に事務や販売・営業部門での増加が大きくなっている。

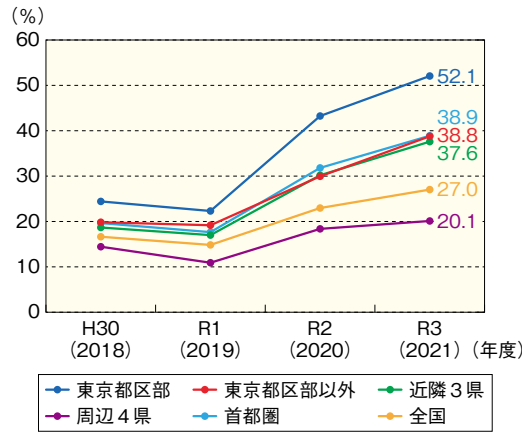
また、首都圏のテレワーク実施場所は自宅が多く、今後のテレワーク実施意向に基づく場合も含めて、いずれの圏域においても9割を超えている(図表1-2-3)。

1) テレワーカー率は民間会社、官公庁、その他の法人・団体の正社員・職員、及び派遣社員・職員、契約社員・職員、嘱託、パート、アルバイトを本業としていると回答した雇用型の就業者より算出(自営業等を除く)

2) 「Working from home can save energy and reduce emissions. But how much?」(IEA)

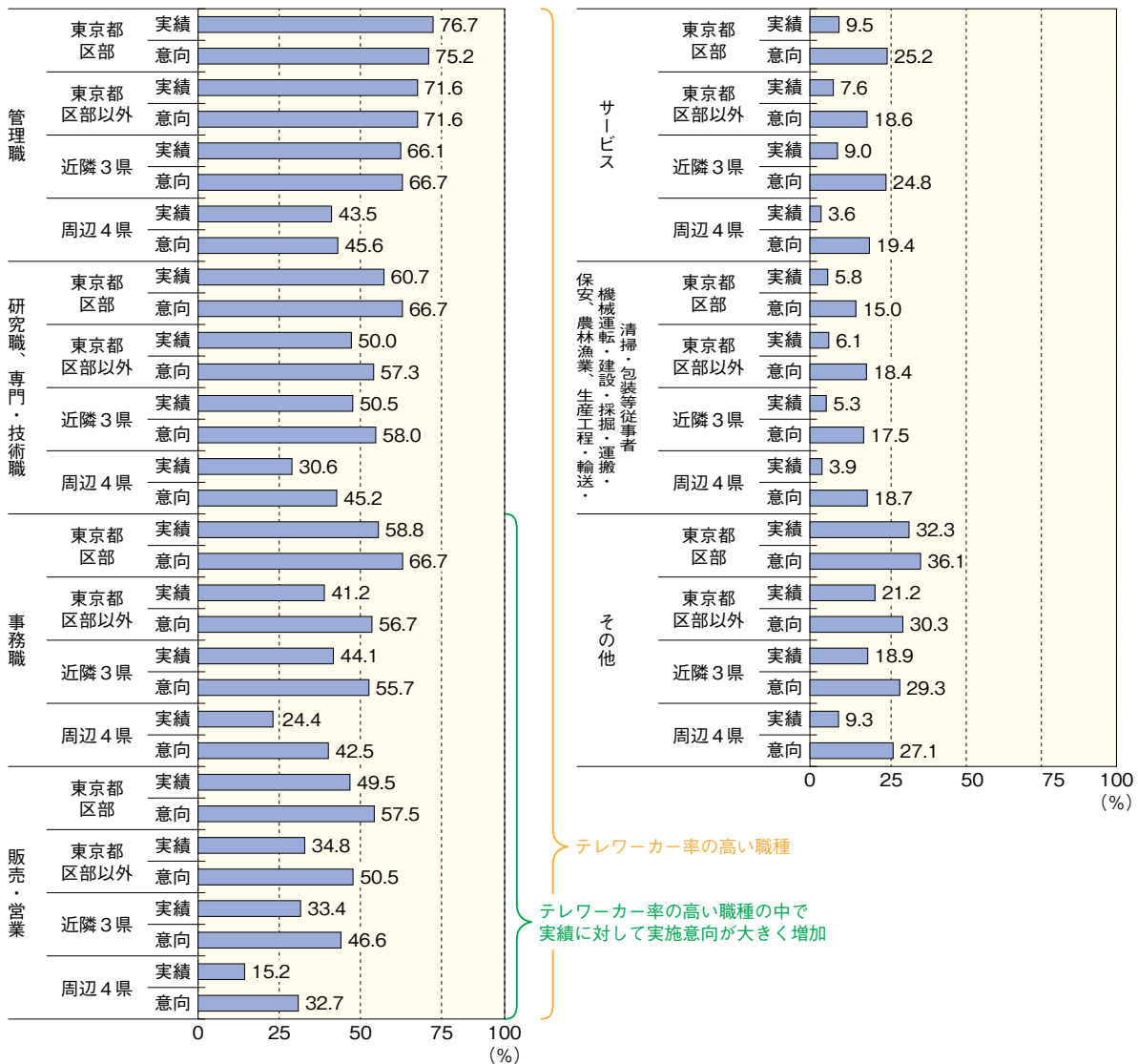
3) 令和3(2021)年10月以降にテレワークを実施する意向(テレワーク経験者、非経験者を含む雇用型の就業者より算出)

図表1-2-1 テレワーカー率の推移



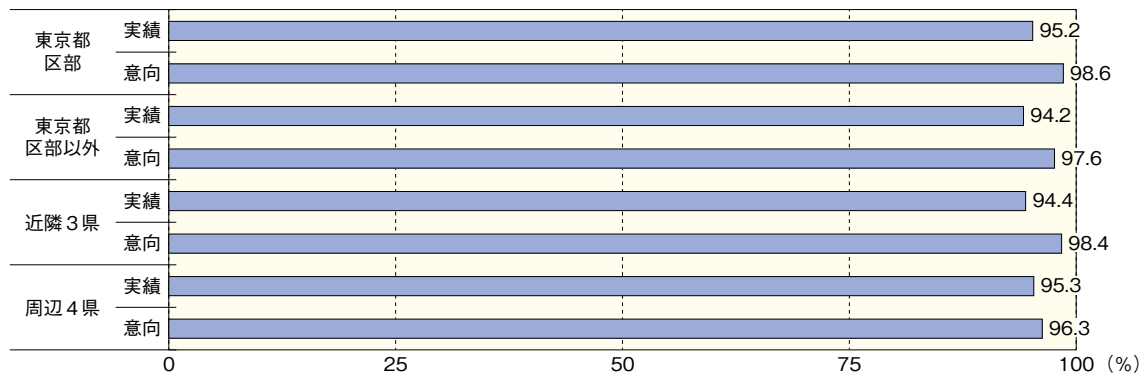
注：令和3(2021)年度の調査におけるサンプル数は全国で35,990、首都圏で12,786  
 資料：「テレワーク人口実態調査」(国土交通省)を基に国土交通省都市局作成

図表1-2-2 令和3(2021)年度の職業別テレワーカー率(実績及び実施意向)



資料：「令和3年度テレワーク人口実態調査」(国土交通省)を基に国土交通省都市局作成

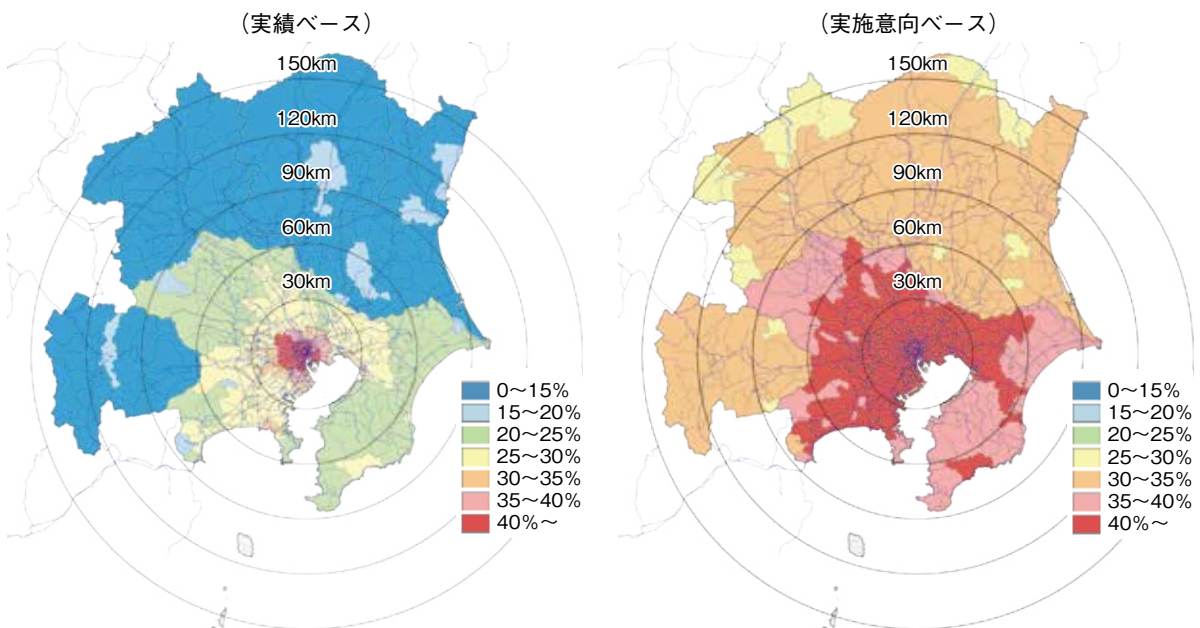
図表1-2-3 令和3(2021)年度の自宅でのテレワーカー率(実績及び実施意向)



資料：「令和3年度テレワーク人口実態調査」(国土交通省)を基に国土交通省都市局作成

令和3(2021)年度のテレワーカー率(実績ベース)を基に、各市区町村の職業別就業者人口割合<sup>4)</sup>から、市区町村別の自宅テレワーカー率を推計したところ、特に東京都区部で高く、40%を超える地域もあり、25%以上となる地域は、概ね都心から60km圏内に含まれる(図表1-2-4)。また、就業者の今後の自宅テレワーク実施意向に基づく自宅テレワーカー率(実施意向ベース)については、周辺4県も含め、30%以上の地域が首都圏で全体的に広がっている。

図表1-2-4 令和3(2021)年度の市区町村別自宅テレワーカー率(実績及び実施意向ベースによる推計)



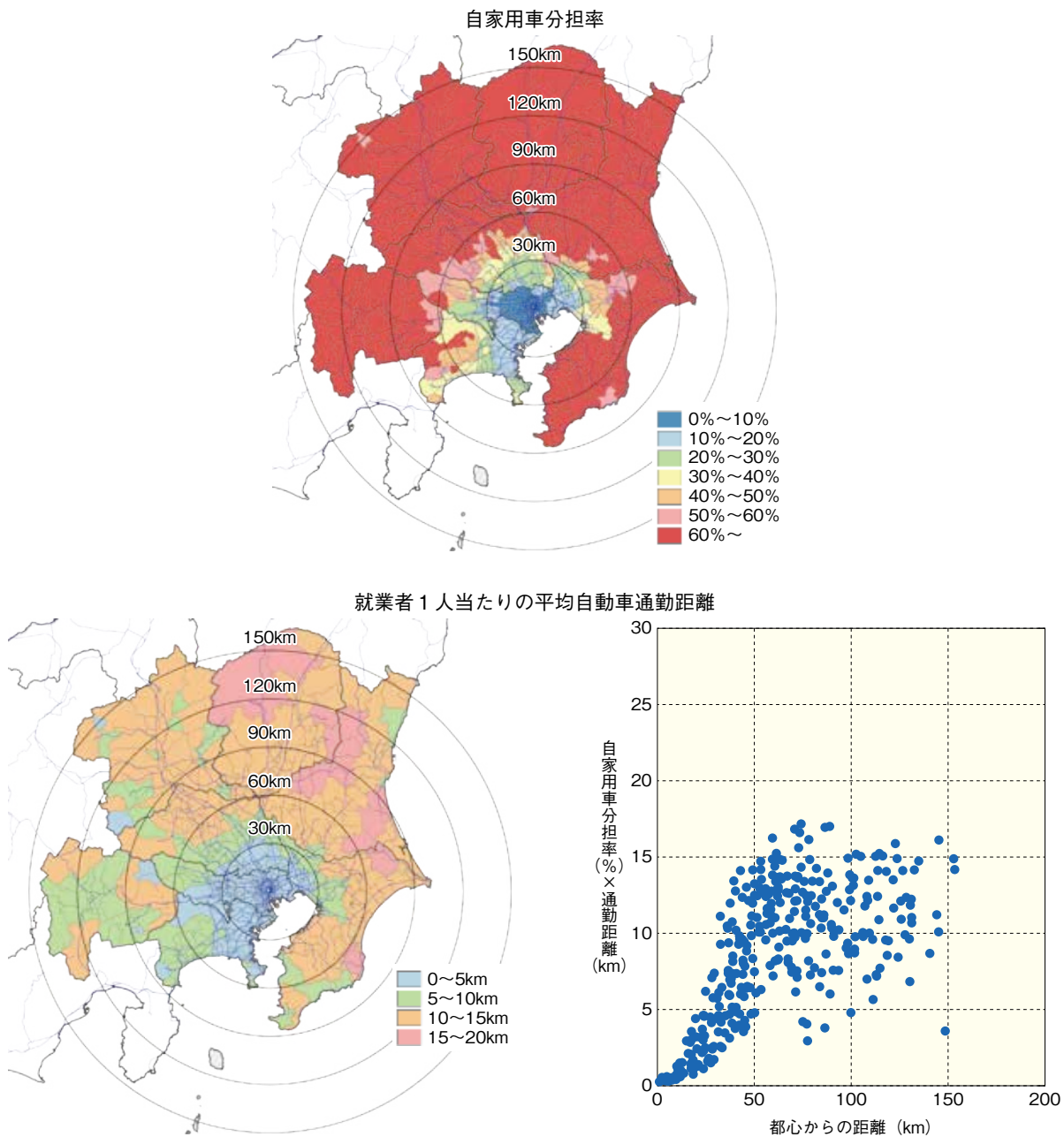
注：東京都は島しょ部を除く

資料：テレワーカー率は「令和3年度テレワーク人口実態調査」(国土交通省)、就業者は「平成27年国勢調査」(総務省)を基に国土交通省都市局作成

首都圏における通勤等の実態として、市区町村別の自家用車分担率は、周辺4県を中心に高くなっている(図表1-2-5)。また、自家用車分担率と通勤等の平均距離より推計した「就業者1人当たりの平均自動車通勤距離」は、ばらつきが大きいエリアがあるものの、概ね都心からの距離に応じて増加傾向を示している。

4) 就業者は「平成27年国勢調査」(総務省)の15歳以上雇用者(役員を含む)とし、自営業主等を除く。

図表1-2-5 首都圏の自家用車分担率と就業者1人当たりの平均自動車通勤距離（市区町村別、都心からの距離別）



注1：市区町村間の通勤距離は市区町村の役所間の距離、市区町村内の通勤距離は可住地面積を基に算出  
 注2：自家用車分担率は、通勤通学利用交通手段が「自家用車」の割合として算出  
 注3：東京都は島しょ部を除く  
 資料：従業地及び常住地は「平成27年国勢調査」、利用交通手段は「平成22年国勢調査」、可住地面積は「社会・人口統計体系」（総務省）を基に国土交通省都市局作成

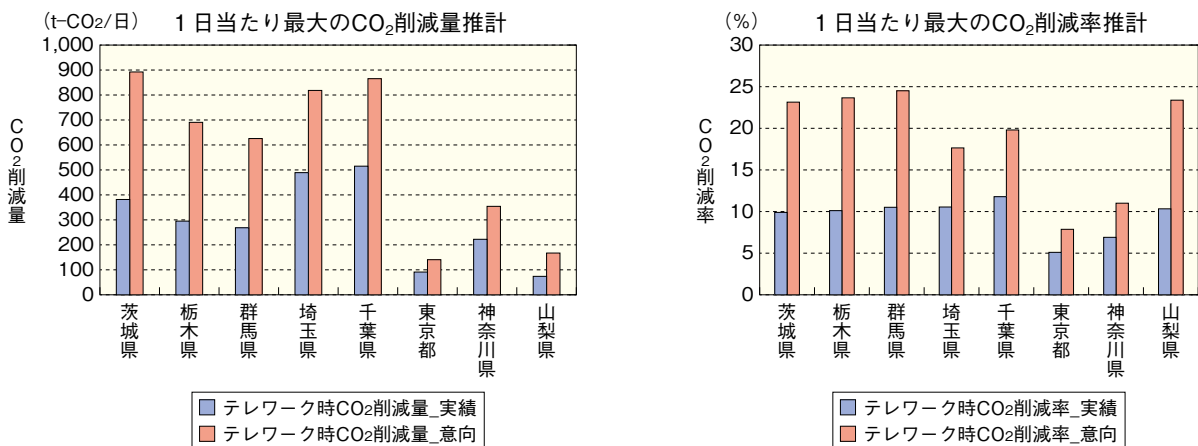
次に、市区町村別の自宅テレワーカー率や就業者1人当たりの平均自動車通勤距離などから、通勤時に自動車を使用している全自宅テレワーカーが、同日に在宅勤務した場合を想定し、1日当たり最大のCO<sub>2</sub>削減量等を都県別に推計した（図表1-2-6）。令和3（2021）年度の自宅テレワーカー率による削減量（実績ベース）は、首都圏全体で約2,337t-CO<sub>2</sub>（削減率9.7%）となっており、埼玉県や千葉県が大きい。また、就業者の今後の自宅テレワーク実施意向に基づくCO<sub>2</sub>削減量（実施意向ベース）は、実績ベースと比較して各都県で大幅に増加し、首都圏全体で約4,554t-CO<sub>2</sub>（削減率18.9%）となる。なお、削減量を就業者1人当たりに換算すると、実績・実施意向ベースともに、周辺4県（特に茨城県、栃木県、群馬県）が大きくなる（図表1-2-7）。

市区町村別で見ると、近隣3県や周辺4県の平均自動車通勤距離が長いエリアを中心に、就業者1人1日当たり最大のCO<sub>2</sub>削減量（実績ベース）が大きくなっており、400g-CO<sub>2</sub>/（人・日）以上となる地域もある（図表1-2-8）。また、就業者の今後の自宅テレワーク実施意向を考慮した場合、1人1日当たり最大CO<sub>2</sub>削減量が400g-CO<sub>2</sub>/（人・日）以上となる地域は、首都圏の市区町村の約6割まで大幅に拡大する。各地域の削減量は平均自動車通勤距離に大きく依存しており、上位2割の市区町村のうち、半数以上が周辺4県となっている。

このようにテレワークは、働き方改革だけでなく、環境負荷低減の観点においても効果的であり、このポテンシャルを生かすためにも、引き続き導入拡大を推進していく必要がある。なお、本節においてはガソリン車及びディーゼル車を対象に、テレワークの実施に伴う車通勤の減少によるCO<sub>2</sub>削減効果を推計したが、電気自動車等次世代型自動車の利用拡大との重層的な取組を実施することにより、更なるCO<sub>2</sub>削減が期待される<sup>5)</sup>。

図表1-2-6

テレワークによる自動車通勤減少に伴う1日当たり最大のCO<sub>2</sub>削減量及びCO<sub>2</sub>削減率（都県別の令和3（2021）年度実績及び実施意向ベース推計）

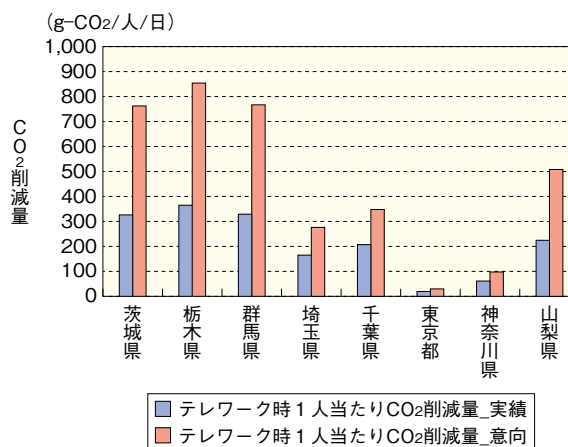


注：東京都は島しょ部を除く

資料：「令和3年度テレワーク人口実態調査」（国土交通省）、「社会・人口統計体系」及び「国勢調査」（総務省）を基に国土交通省都市局作成

図表1-2-7

テレワークによる自動車通勤減少に伴う就業者1人1日当たり最大のCO<sub>2</sub>削減量（都県別の令和3（2021）年度実績及び実施意向ベース推計）

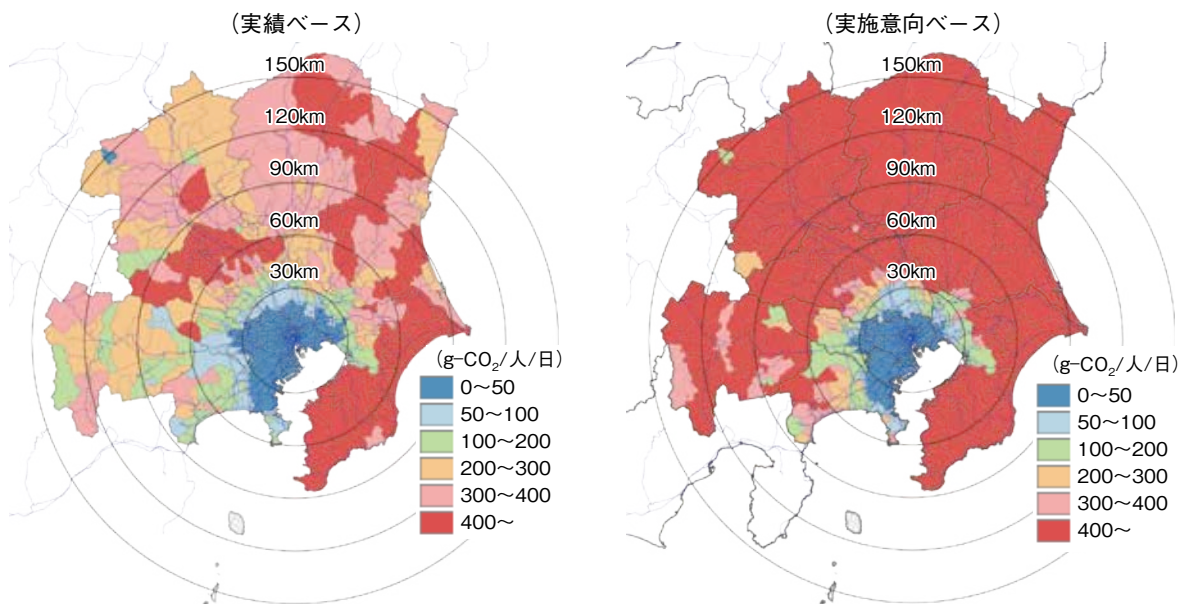


注：東京都は島しょ部を除く

資料：「令和3年度テレワーク人口実態調査」（国土交通省）、「社会・人口統計体系」及び「国勢調査」（総務省）を基に国土交通省都市局作成

5) テレワークの実施に伴う車通勤の減少（令和3（2021）年度の自宅テレワーカー率による削減量（実績ベース）：約2,337t-CO<sub>2</sub>）に加え、電気自動車が自家用乗用車の3割まで普及した場合の1日当たりCO<sub>2</sub>削減量を一定の仮定の下で試算すると、首都圏全体で5,400t-CO<sub>2</sub>程度まで増加する見込み。

図表1-2-8 テレワークによる自動車通勤減小に伴う就業者1人1日当たり最大のCO<sub>2</sub>削減量（市区町村別の令和3（2021）年度実績及び実施意向ベース推計）



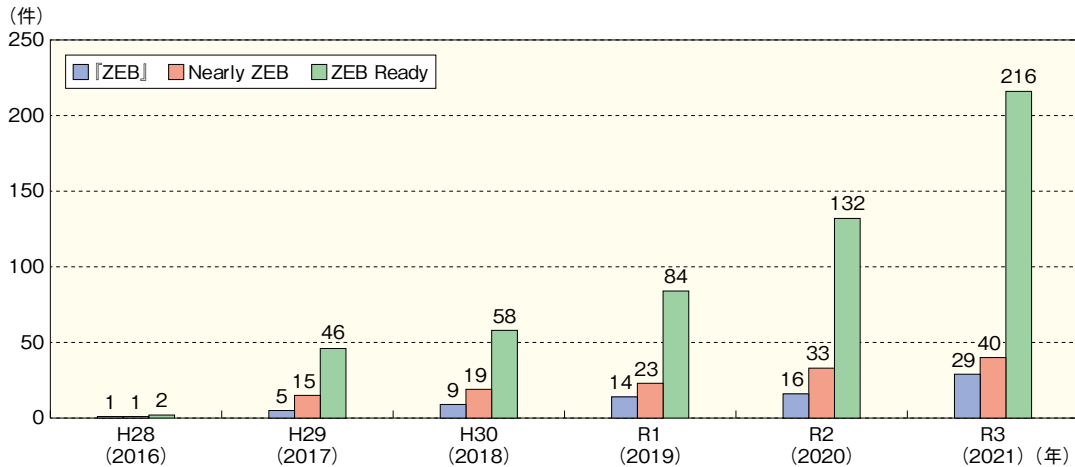
注：東京都は島しょ部を除く  
 資料：「令和3年度テレワーク人口実態調査」（国土交通省）、「社会・人口統計体系」及び「国勢調査」（総務省）を基に国土交通省都市局作成

## （2）テレワークの拡大を踏まえたオフィスの運用

在宅勤務によるテレワークでは、自宅での活動時間が増加する一方、オフィスで活動する人員は減少する。新たな働き方は、移動だけでなく働く場所でのエネルギー消費にも大きな変化をもたらすことから、オフィスビル等においても整備・運用面での更なる省エネ化が必要となる。

オフィスビル等の建築物におけるエネルギー消費実態としては、照明・コンセントや空調熱源等のエネルギー負荷が大きく、これらの要素を削減することが効果的である。首都圏では、年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建築物である「ZEB(Net Zero Energy Building)」等の整備も進められ、これらの施設では高効率の設備や太陽光発電設備等、省エネ効果の高い技術が多く導入されている（図表1-2-9）。事務室内の照明をエリアごとに細かく制御している施設もあり、テレワークにより人員が減少する中、オフィスの運用において、エネルギー消費量の削減効果が期待される。

図表1-2-9 首都圏のZEB等の整備状況（累計）



注：「ZEB」、「Nearly ZEB」、「ZEB Ready」は省エネ+創エネで必要なエネルギーをそれぞれ0%以下、25%以下、50%以下まで削減した建築物

資料：住宅性能評価・表示協会HP(<https://bels.hyokakyoukai.or.jp/cases>)を基に国土交通省都市局作成

### 【事例分析】Nearly ZEBの運用（埼玉県）

埼玉県朝霞市で平成30(2018)年3月に完成したテイ・エス テック新本社屋（以下、「Tビル」という。）は、様々な省エネ技術が導入され、建築物省エネルギー性能表示制度（BELS）において、基準ビルと比較して78.9%の一次エネルギー消費量削減（削減後のエネルギー消費量234MJ/m<sup>2</sup>）が見込まれることから、設計段階で「Nearly ZEB」の認証を取得している（図表1-2-10、図表1-2-11）。運用開始後の平成30(2018)年度にはBELS評価で基準ビル比87%削減（削減後のエネルギー消費量145MJ/m<sup>2</sup>）となり、実運用においても「Nearly ZEB」の達成が確認されている。

Tビル2Fはメインのオフィスフロアとなっており、省エネ設備として例えば、画像センサーより得られる人員の在・不在情報を活用した照明の省エネ制御が導入されている（図表1-2-12）。令和2(2020)年5月は、新型コロナウイルスの感染拡大を受けて多くの職員がテレワークで勤務（出勤率目標5割）したことにより、施設内の人員が減少した。これにより、2Fのエネルギー消費量は前年同月比で約21%削減され、削減率は照明とコンセントで約6割（照明は在・不在情報の制御による効果）を占めている。また、施設全体のエネルギー消費量についても前年同月比で約21%減少した（図表1-2-13）。

同年6月以降も、新型コロナウイルスの流行状況に応じて出勤を控える呼びかけが行われ、テレワーク等により施設内の人員が抑えられたことで、東京圏で新型コロナウイルスの第2波、第3波のピークとなった8月、1月には、照明やコンセントのエネルギー消費量の削減率が特に高くなった（図表1-2-14）。一方、換気については感染防止の観点から、人員に応じて換気量を変動させず（換気量制御なし）、最大人員の換気量を常時確保する運用となった。この結果、2Fでは人員減少により照明やコンセントの負荷は減少したが、空調・換気については換気量が増加した影響が大きく、令和元(2019)年度比でエネルギー消費量が約15%増加した（図表1-2-15）。施設全体としては、空調・換気のエネルギー消費量において約20%増加はあったものの、厨房の運用時間の減少（昼のみの営業）や、気候の影響等もあり、令和元(2019)年度と同程度のエネルギー消費量に抑えられている。

ここで、2Fのメインオフィスで、室内の人員に応じて換気量が制御される環境下において、

テレワークによる人員減少の影響を通年で見るため、令和元(2019)年度の運用（換気量制御あり）を基に、令和2(2020)年5月のテレワーク率（出社率目標5割）で1年間勤務した場合の2Fの空調、照明、コンセントのエネルギー消費量を推計した。令和2(2020)年度の実績に比べ、外気導入制御により空調のエネルギー消費量が減少し、フロア全体で約30%の削減が見込まれる（図表1-2-16）。施設全体で見た場合、約9%のエネルギー消費量削減が見込まれ（このうち照明の在・不在制御が約22%寄与）、エネルギー消費量が非常に低い「Nearly ZEB」の建物において、年間でテレワークによる省エネ効果が生じるものと推測される。

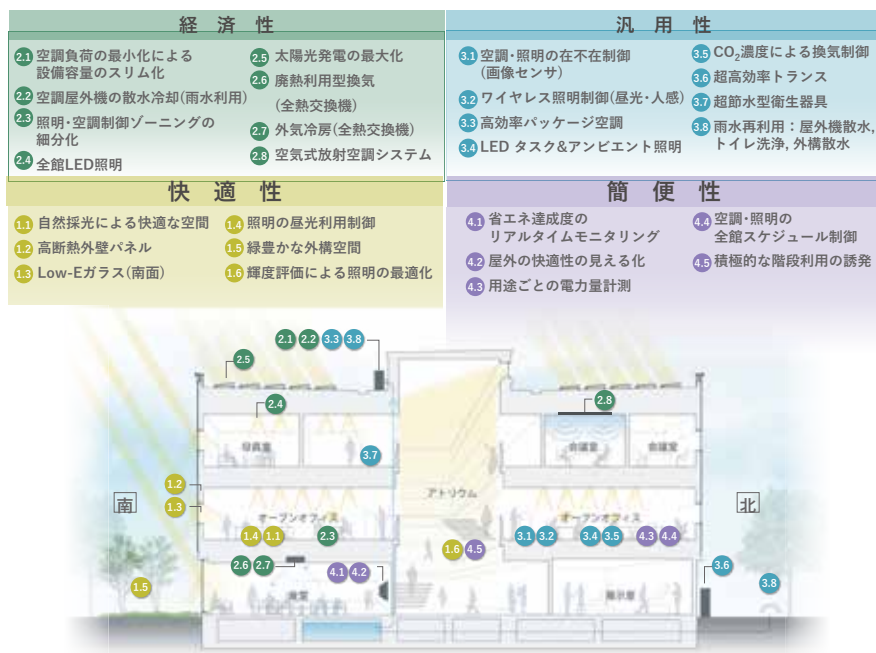
照明や空調等のエネルギー消費量は、設備面だけでなく運用面で、個人の座席を固定しないフリーアドレス化により空調や照明の範囲を狭めることなどによっても、削減効果があると考えられる。テレワークによる働き方の変化を踏まえ、感染リスクに配慮しながら、ポストコロナにおいて、オフィスビルを効率的に運用することが期待される。

図表1-2-10 Tビルの外観及び内観



資料：小川重雄提供

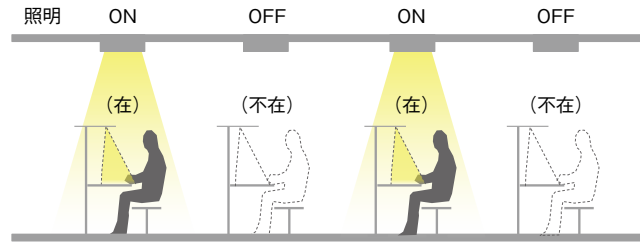
図表1-2-11 Tビルの「Nearly ZEB」実現に向けた4つのコンセプト



資料：竹中工務店提供

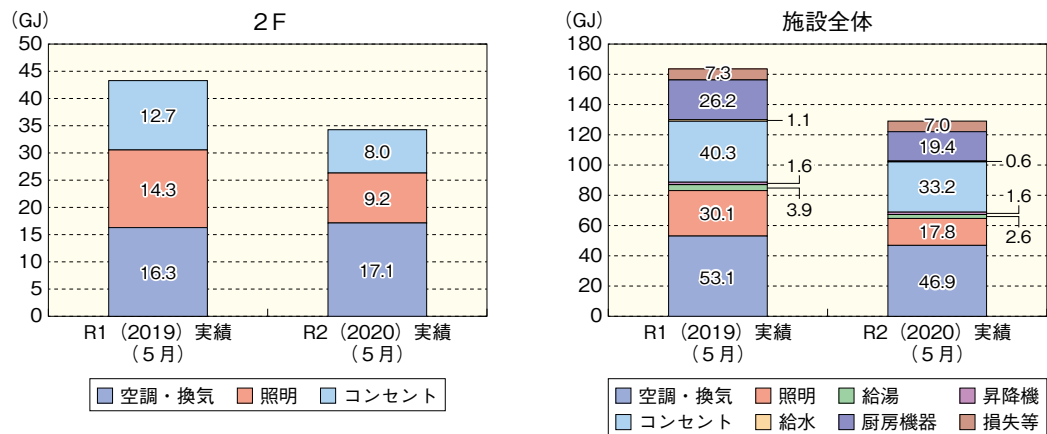


図表1-2-12 Tビルの画像センサーによる照明の在・不在制御イメージ



資料：竹中工務店提供

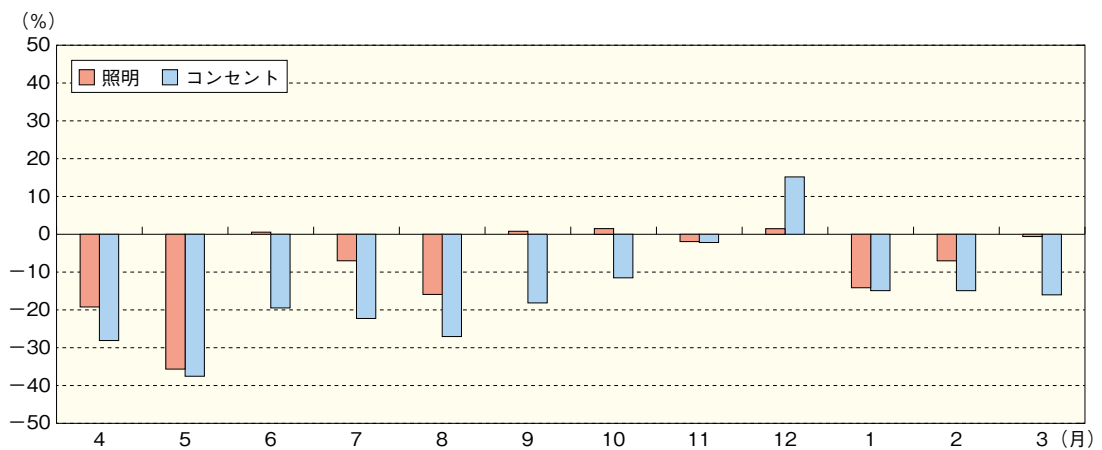
図表1-2-13 Tビル2F及び施設全体の令和2(2020)年5月と令和元(2019)年5月のエネルギー消費量



注1：太陽光発電による発電電力を除く。

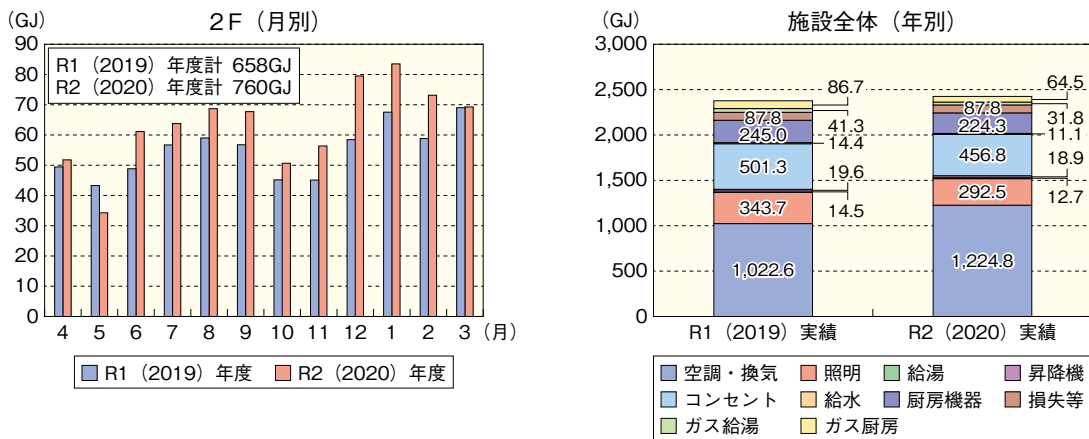
資料：竹中工務店提供

図表1-2-14 令和2(2020)年度のTビル2Fの照明、コンセントのエネルギー消費量増加率(令和元(2019)年度比)



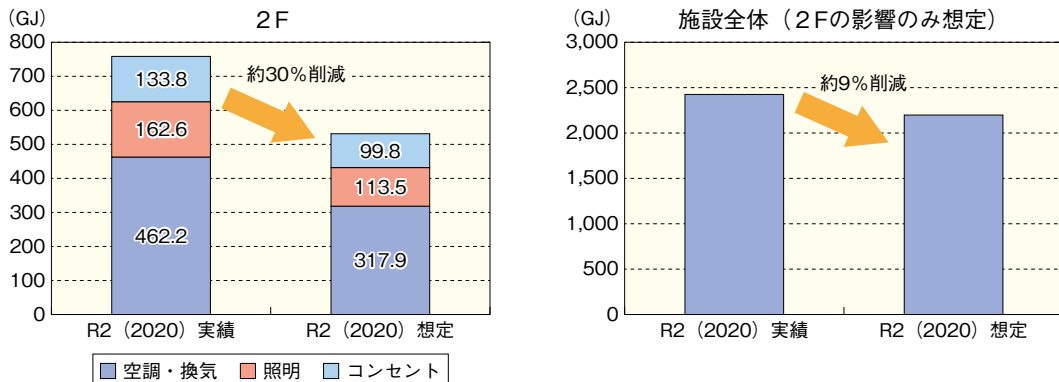
資料：竹中工務店提供

図表1-2-15 令和2(2020)年度と令和元(2019)年度のTビル2Fのエネルギー消費量(月別)及び施設全体のエネルギー消費量(年別)



注：太陽光発電による発電電力を除く。  
資料：竹中工務店提供

図表1-2-16 Tビルの令和2(2020)年度実績と換気量制御及びテレワーク実施想定時(令和2(2020)年5月の人員や令和元(2019)年度実績を基に2Fの影響のみ推計)のエネルギー消費量



注1：太陽光発電による発電電力を除く。  
注2：令和2(2020)年度の2Fの想定に当たっては、令和元(2019)年度の実績をベースに、気候条件も同程度として想定。施設全体について、2Fの空調・換気、照明、コンセントの推計値以外は令和2(2020)年度実績。  
資料：竹中工務店提供

## 2. エネルギーの面的利用の高度化

首都圏では東京圏を中心にオフィスや商業施設、住宅などの都市機能が集積したエリアが多く存在し、特に東京都区部では、建物の年間熱負荷密度(単位面積当たりのエネルギー需要)が高くなっている(図表1-2-17)。このような地域では、熱源設備を集約して複数建物間でエネルギーネットワークを構築し面的利用することで、エネルギー消費効率の向上等が見込まれることから、脱炭素化に当たりエネルギーの面的利用が効果的である<sup>6)</sup>。

首都圏におけるエネルギーの面的利用地域として、熱供給事業法(昭和47年法律第88号)に基づく熱供給に取り組む地域が令和4(2022)年3月末時点で80地域となっており、全国132地域の約6割を占める。首都圏の同地域における供給延床面積は、平成14(2002)年に施行された都市再生特別措置法(平成14年法律第22号)による大規模開発が進んだこともあり継続的に増

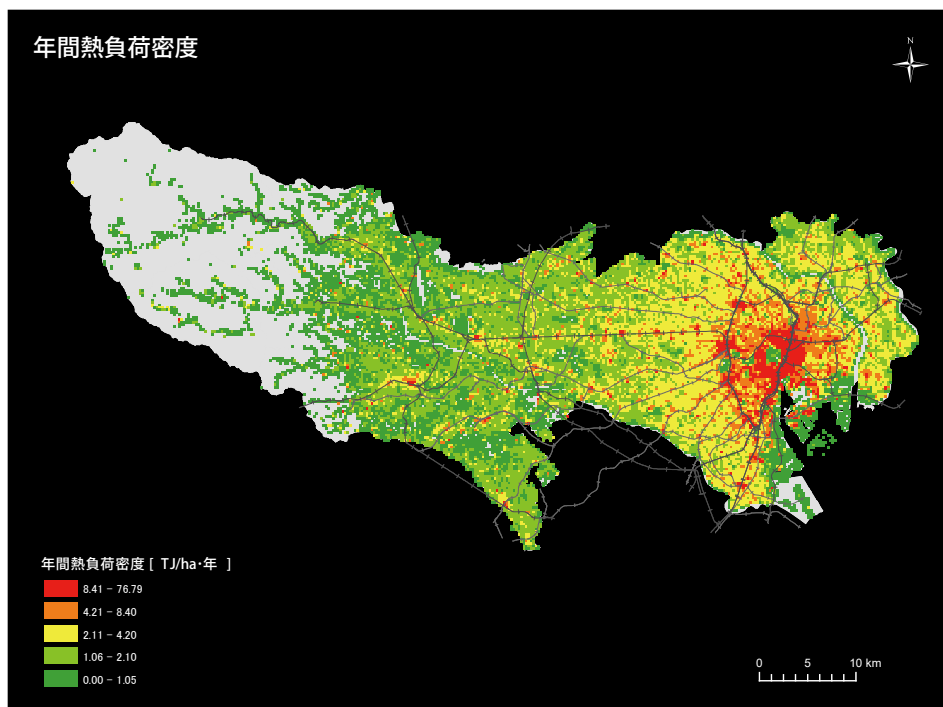
6) 「地域の最適なエネルギーマネジメントを実現する地域熱供給」(経済産業省)によれば、省エネビルでは、地域熱供給方式は個別熱源方式に比べて、一次エネルギー消費量を約3割削減するとされている。

加し、令和2(2020)年度までに約4,100haに達しているが、原・燃料使用量(都市ガス、電力等)は平成16(2004)年をピークに減少傾向にあり、効率的なエネルギー融通が行われている(図表1-2-18)。

エネルギーの面的利用の効率的な運用に当たっては、高効率設備の導入やエリア間での連携が行われるとともに、再生可能エネルギーや未利用エネルギー(コージェネレーションシステム(CGS)<sup>7)</sup>による廃熱利用や温度差・廃棄物エネルギー等)の導入も進められている。熱供給事業法に基づく面的利用エリアにおいて、総エネルギー消費量に対する再生可能・未利用エネルギーの導入割合は、首都圏で令和2(2020)年度において13.8%となっているが、既に導入されている地区での活用を継続的に進めるとともに、今後の整備においても更なる導入が必要である(図表1-2-19)。

このほか、街区における各建物や需要家のエネルギー消費量等を計測、通信ネットワークで情報を集約・可視化し、エリア単位で評価・分析の上、機器の運転状況を最適化する設備(エネルギーマネジメントシステム(EMS))の導入が進められている。国内のIoT技術の進展により、AIの活用による制御の高度化や様々なビッグデータの活用による運用改善等が図られるとともに、長期的にはEMSの更なる市場拡大も見込まれる(図表1-2-20)。

図表1-2-17 東京都の建物における年間熱負荷密度の推計

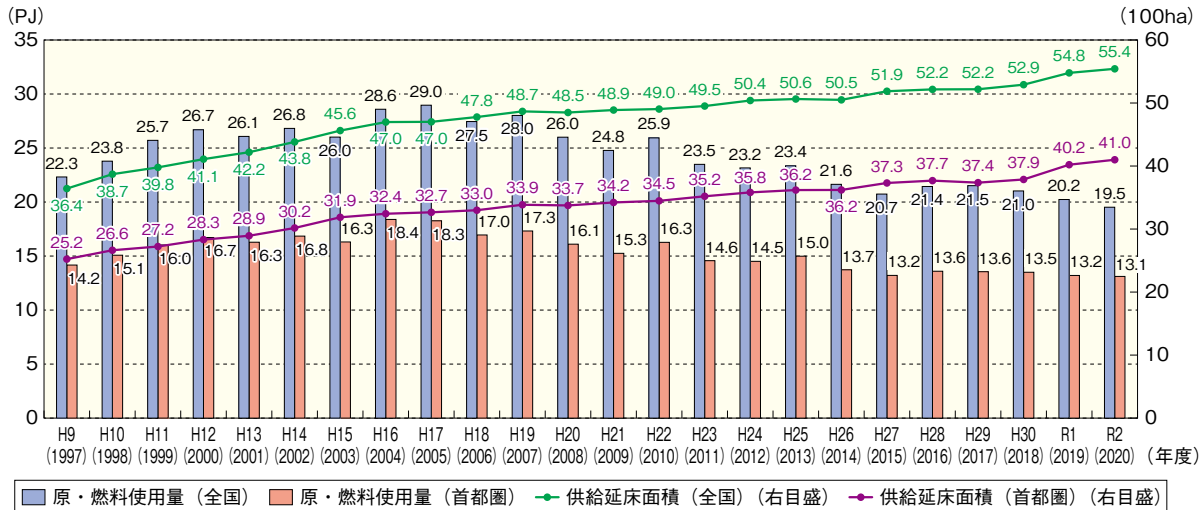


注 : 単位面積(250mメッシュ)ごとに算出した建物用途別延床面積に用途別エネルギー負荷原単位を乗じたもの(用途別延床面積は、土地利用現況調査(区部:平成23(2011)年、多摩部:平成24(2012)年)による。)

資料:東京都提供

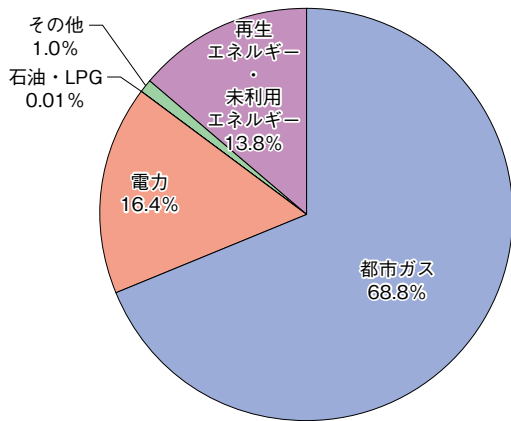
7) 天然ガス、石油、LPガス等を燃料として、エンジン、タービン、燃料電池等の方式により発電し、その際に生じる廃熱も同時に回収するシステム

図表1-2-18 熱供給事業の原・燃料使用量及び供給延床面積の推移



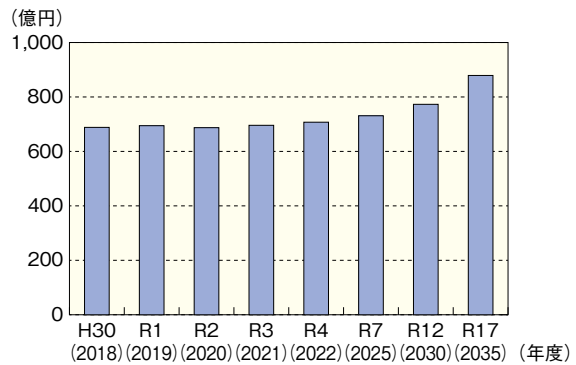
資料：一般社団法人日本熱供給事業協会提供

図表1-2-19 首都圏の熱供給事業における総エネルギー使用量の内訳



注：令和2(2020)年度時点  
資料：一般社団法人日本熱供給事業協会提供

図表1-2-20 国内のEMS関連市場規模の推移



注：令和3(2021)年度は見込み値、令和4(2022)年度以降は予測値  
資料：「エネルギーマネジメント・パワーシステム関連市場実態総調査 2022」より株式会社富士経済提供

### [事例分析] 大手町・丸の内・有楽町地区（東京都）

大手町・丸の内・有楽町（大丸有）地区は約4,300社の企業が集積し、日本経済を牽引するビジネスエリアとなっており、昭和63(1988)年に三菱地所株式会社等の地権者が中心となって設立された「大手町・丸の内・有楽町地区再開発計画推進協議会（現在は、「一般社団法人大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり協議会）」等により、東京の都心においてエリアの付加価値を高め、持続的な発展を目指した都市開発が実施されている。同協議会は、官民で策定した「大手町・丸の内・有楽町地区まちづくりガイドライン」において示された、環境との共生を含めた持続的な発展に向けた取組の実施において、先導的な役割を果たしている。

特に、同地区におけるエネルギーの面的利用を含めた環境マネジメントについては、三菱地所株式会社をはじめとした地権者等により昭和48(1973)年に丸の内熱供給株式会社が設立され、昭和51(1976)年には大手町地区への熱供給が開始された。その後は丸の内一丁目地区、有楽町地区、丸の内二丁目地区へと供給エリアを拡大し、地区内の企業等と連携しながら、環境負荷の低減に配慮した都市開発を継続的に進めている。

同地区で再開発を行う場合は、熱供給事業の導入について事前に検討することとしており、

その結果、令和3(2021)年7月時点で供給区域面積は、4エリア合計で約78.9ha<sup>8)</sup>、61棟7駅11施設となり、供給延床面積は662万㎡にまで達している(図表1-2-21)。

大丸有地区内の各エリアでは効率的な運用が実施されており、特に大手町地区では意欲的な取組が行われている。例えば、既存熱源プラントと新設された熱源プラント間を連携し、高効率の熱源プラントを主体とした運用方法とすることで、冷熱供給(冷水によるエネルギー供給)のエネルギー効率(COP)<sup>9)</sup>を長期的に向上させている(図表1-2-22)。

また、同地区では未利用エネルギーの活用として、ビル内の中水(厨房排水や手洗い排水等)を熱源水とする設備も導入されており、大手町パークビルや大手門タワー・ENEOSビルの温熱需要(暖房等)の約2%(令和2(2020)年度実績)を処理するものであるが、同建物群において採用した中水利用熱源機器のCOPは空気中の熱を利用する機器と比較し、約1.7倍向上している(図表1-2-23)。さらに、CGSの導入による排熱利用量も拡大しており、令和3(2021)年度時点で同地区内の温熱販売熱量のうち約12.3%を占めている(図表1-2-24)。

このほか大手町地区や丸の内地区の一部では、EMSによる冷熱供給の制御において、AIのディープラーニングが活用されており、活用しない場合の実績と比べ年間のエネルギー消費量を約4%削減している(図表1-2-25)。

これらの取組や他のエリアにおける効果的な整備により、大丸有地区全体では、令和3(2021)年度の販売熱量当たりのCO<sub>2</sub>排出量において、東京都内の熱供給事業の平均的な排出量に比べ、エリア全体で15%程度の削減となっている。COPに関しても、冷熱供給では令和2(2020)年度は新型コロナウイルスの影響により前年度に比べて低負荷運転が多くなったことで低下したが、令和3(2021)年度は新大手町センターの本格稼働により向上している。また、温熱供給(蒸気や温水による熱エネルギー供給)においても大手町地区における高効率ボイラーの導入等により向上した結果、COPは全体として0.9以上となり、東京都の熱源プラント評価基準において最高水準を達成した(図表1-2-26)。近年の運用で見ても、供給範囲の拡大に伴い販売熱量が増加する中で、令和3(2021)年度の販売熱量当たりのCO<sub>2</sub>排出量は平成28(2016)年度に比べて10%程度減少している。

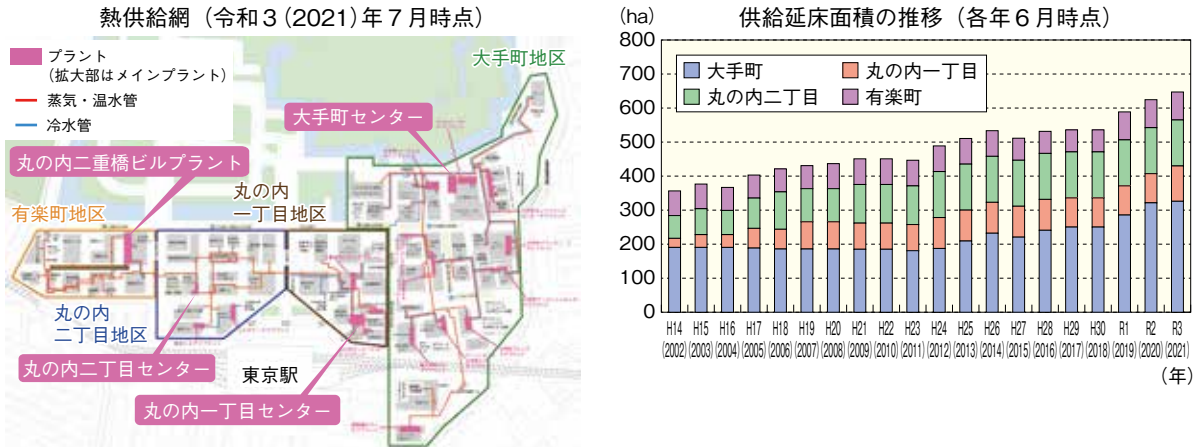
新たな再開発プロジェクトとしては、令和3(2021)年度7月に、大手町地区の常盤橋街区で常盤橋タワーが完成、熱源のサブプラントも新設され、高効率な機器による熱供給が開始されている。今後は同プロジェクトにおいて、令和9(2027)年度に高さ約390m、延床面積約544,000㎡の「Torch Tower」が完成予定であり、サブプラントの拡充等により更なる環境負荷低減も期待される。

各地区で導入された設備能力を最大限発揮させるため、今後も引き続き効果的な整備・運用が必要となる。

8) 丸の内熱供給株式会社が運用するエリアの合計値

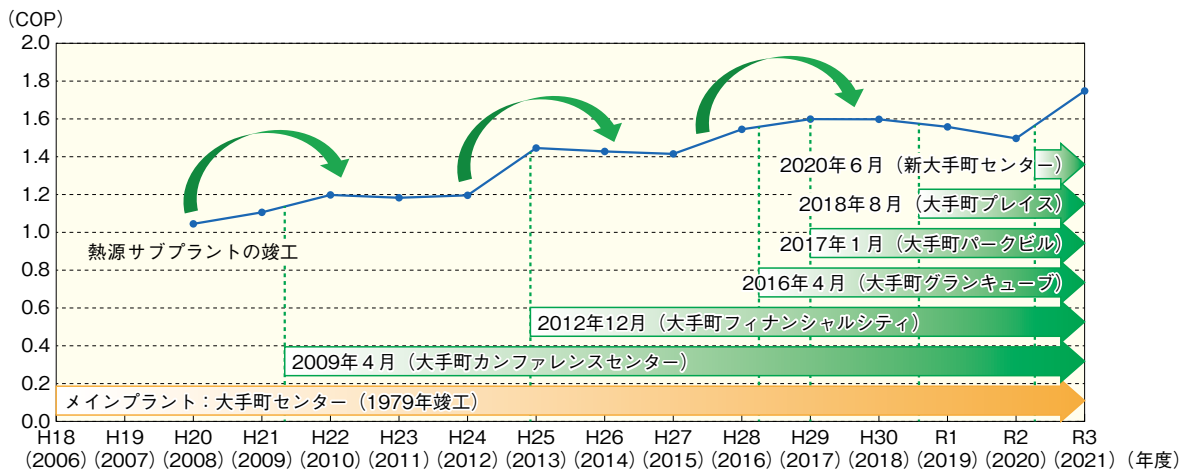
9) 入力エネルギー(電力、都市ガス等による投入エネルギー)当たりの供給エネルギー(冷房、暖房等に寄与する熱エネルギー)で、COPが大きいほど効率が良い。

図表1-2-21 大丸有地区における熱供給網と供給延床面積の推移



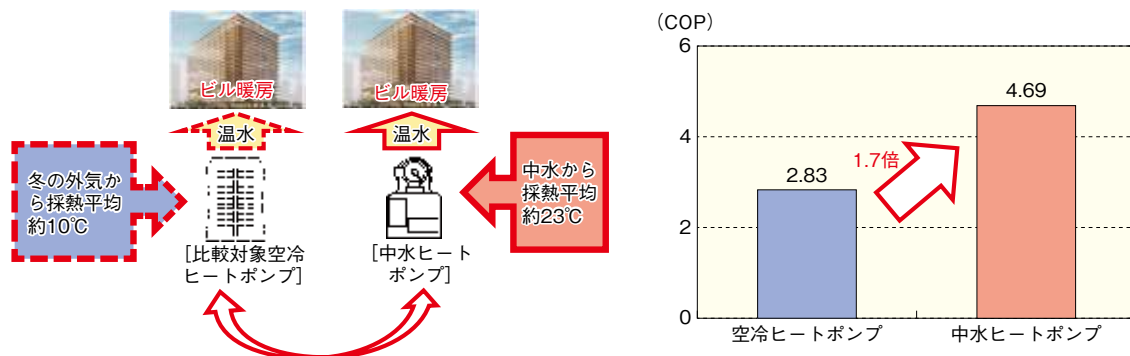
資料：丸の内熱供給株式会社提供

図表1-2-22 大手町地区の熱源プラント (冷熱供給) の連携によるエネルギー効率の推移



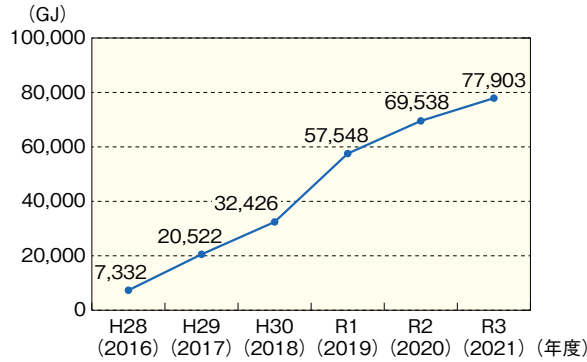
資料：丸の内熱供給株式会社提供

図表1-2-23 大手町地区の中水熱利用による省エネ効果 (令和2 (2020)年度実績)



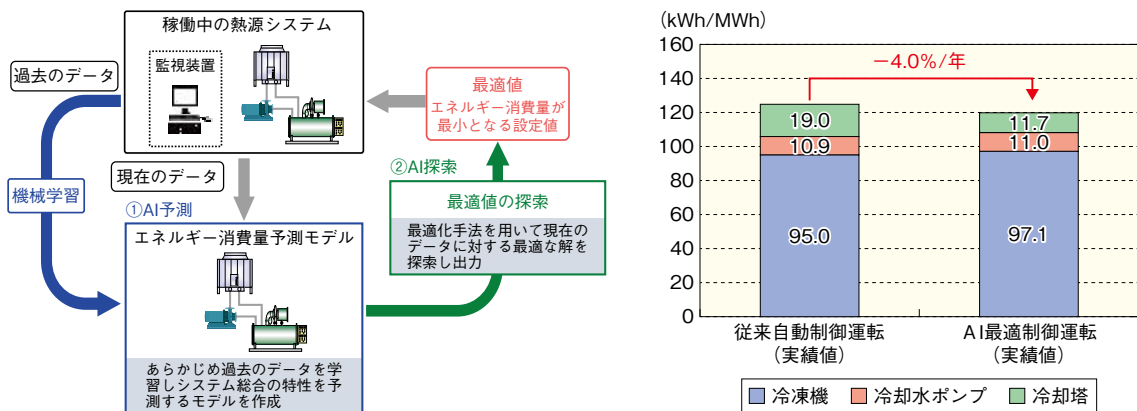
資料：丸の内熱供給株式会社提供

図表1-2-24 大手町地区のCGSによる排熱利用の推移



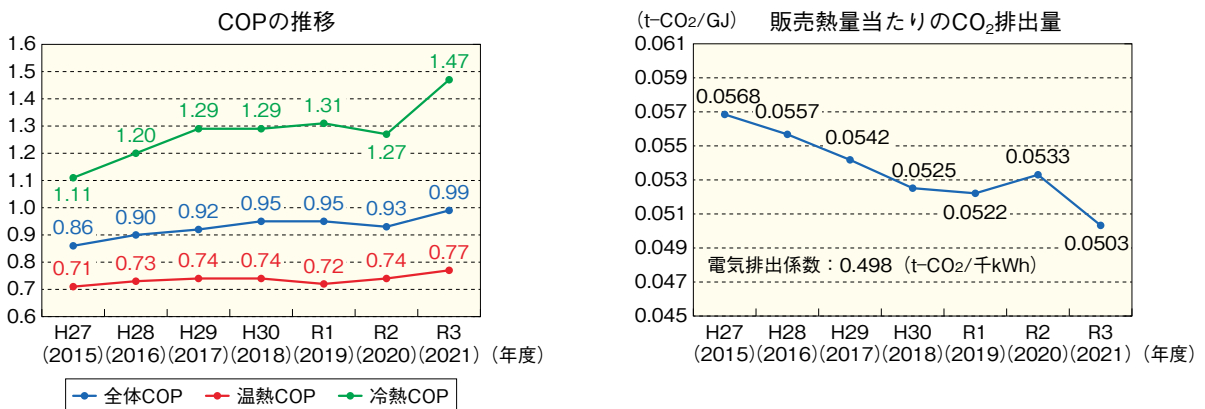
資料：丸の内熱供給株式会社提供

図表1-2-25 AI制御の概要及び省エネ効果（大手町地区及び丸の内地区の一部で実施）



注1：単位製造熱量あたりの機器別消費電力量（高効率インバータ冷凍機単独運転）の削減効果について、従来自動制御（平成29(2017)年12月～平成30(2018)年11月の実績値）とAI最適制御（令和2(2020)年4月～令和3(2021)年3月の実績値）で比較  
 注2：AI最適制御は冷却水温度（外気湿球温度+3℃）+冷却水インバータ制御（冷凍機出入口温度差設定）にて実施  
 資料：丸の内熱供給株式会社提供

図表1-2-26 大丸有地区全体におけるCOPの推移及び販売熱量当たりのCO<sub>2</sub>排出量



資料：丸の内熱供給株式会社提供

**[事例分析] 日本橋室町地区（東京都）**

日本橋室町地区では、近年、周辺の歴史的建造物との調和を図りつつ、高機能オフィス、商業施設、宿泊施設等、多様な機能の集積地を一体的に形成し、エリア全体の活性化を目指した民間都市開発が進められている。

当該地区は日本を代表する企業の本社・本部機能の集積が進んでおり、経済活動の重要拠点

としての防災力確保や環境共生がまちづくりの重要課題となっている。

特徴的な取組として、日本橋室町三丁目地区再開発により平成31(2019)年3月に完成した大規模複合ビル「日本橋室町三井タワー」内には、大型CGSや熱供給設備を備えたエネルギーセンターが設置され、三井不動産株式会社と東京ガス株式会社の共同設立による三井不動産TGスマートエナジー株式会社が主体となって、同年4月より「日本橋スマートエネルギープロジェクト」としてエネルギー供給が開始された。同プロジェクトでは、周辺地権者との連携によりエネルギーの面的利用に向けた整備を経て、既存ビルを含む周辺地域（令和3(2021)年12月時点で供給延床面積約64万㎡）に、大型CGSなどから電力・熱が供給されている（図表1-2-27）。

エネルギーセンターでは対象エリアをマネジメントするEMSが導入され、エリア内における48時間後までの負荷を予測し、CGS等の熱源機器の最適運転を行うことなどにより、高効率な運用が進められている。負荷予測に当たっては、過去の実績を基に当日の気象条件やイベントの開催予定などから電力・熱需要の補正を行っており、運用を進める中でもリアルタイム（10分間隔）で補正を行うことで、高効率の運転が可能となっている（図表1-2-28）。

CO<sub>2</sub>排出量については整備段階で、対象エリアにおいてエネルギーセンターによる面的利用をする場合、年間約13%削減できると見込まれていた。完成後は、令和2(2020)年の運用で、新型コロナウイルスの影響（エネルギー需要減）を除いた場合、開発前の試算値（エネルギーセンター導入による「面的利用なし」）と比較して約15%（7,515t-CO<sub>2</sub>）の削減効果が確認された（図表1-2-29）。整備段階から削減幅が拡大した要因としては、部分負荷（ピーク時よりも低いエネルギー需要）に応じて、熱源機器の運転状態をEMSで最適化して高効率運転することによる削減効果が、当初の想定より大きかったことが挙げられる。

EMSの効果についてみると、EMS稼働により一次エネルギー消費量の削減効果が3%程度期待される時期もあり、前述したCO<sub>2</sub>削減効果に一定程度寄与していたものと推測される（図表1-2-30）。また、EMSによる電力、冷水、温水、蒸気の需要に対する予測精度は、新型コロナウイルスの影響によりエネルギー消費量の変動が大きい中、年間の目標（誤差5%）を達成した（図表1-2-31）。

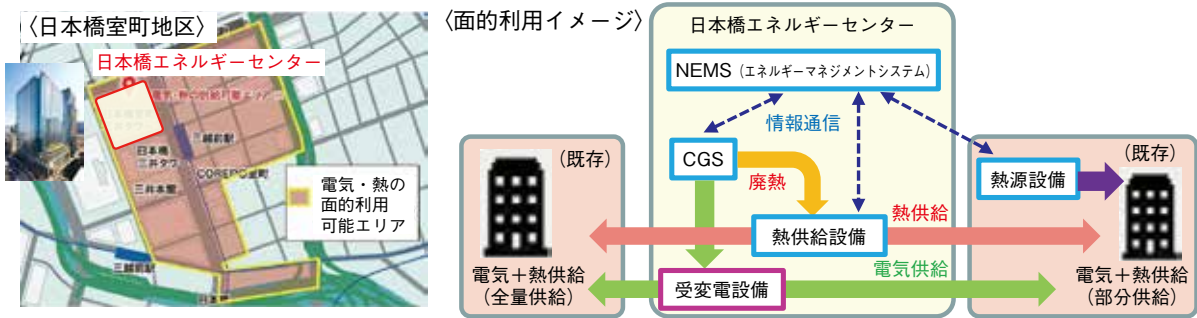
CGSについてみると、令和2(2020)年の運用におけるエネルギー回収効率は、排熱によるものが月最大で2割程度となったが、新型コロナウイルスによる人流抑制が軽減され、熱需要が拡大すれば、更なる有効活用も期待される。

今後は、計画されている日本橋室町一丁目地区第一種市街地再開発事業（延床面積約11.4万㎡）への供給を予定しており、面的利用により更に約300t-CO<sub>2</sub>/年程度のCO<sub>2</sub>削減が見込まれている（新型コロナウイルスの影響によるエネルギー需要減を除く）。また、EMSの運用に当たっても運転実績が蓄積されることで、更なる精度向上が進む見込みである。

このほか、本プロジェクトでは、地域の業務継続機能の強化にも取り組んでおり、都市ガスを熱源とする大規模なCGSの導入により、停電となった場合でも都市ガスにより電力負荷の50%が賄える想定となっている。既存市街地での環境性能と都市防災力の両面で、新築ビルと既存ビルの連携を深めていくことが期待される。

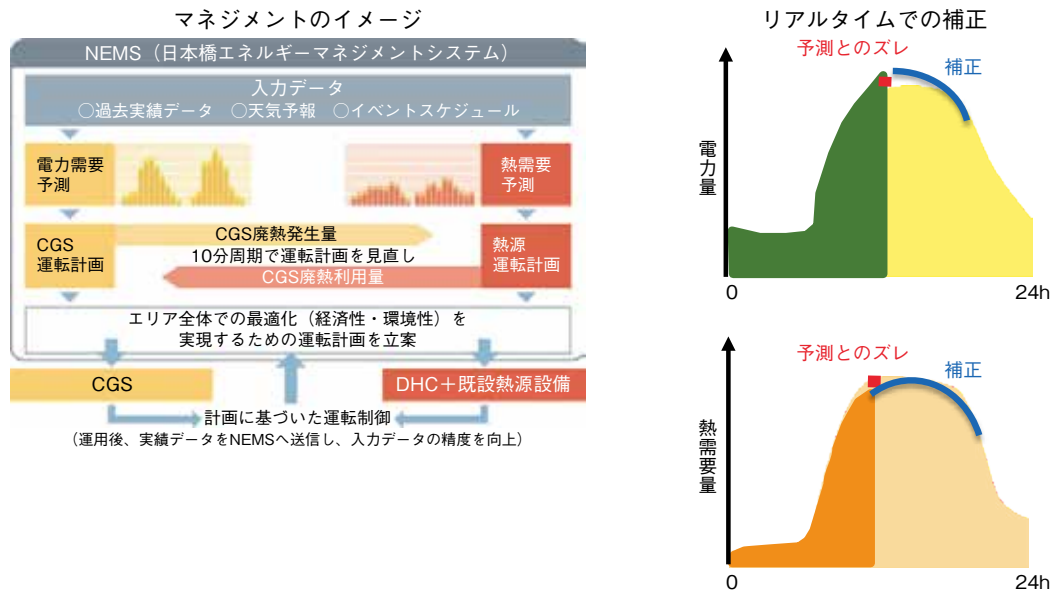


図表1-2-27 日本橋スマートエネルギープロジェクトの供給可能エリアとエネルギー面的利用のイメージ



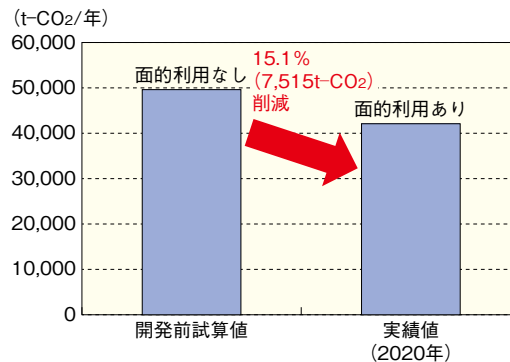
資料：三井不動産提供

図表1-2-28 日本橋地区で導入されたEMSの概要



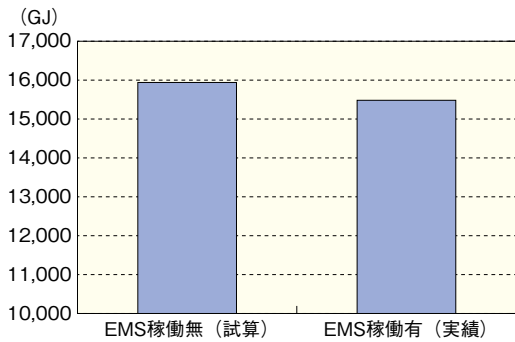
注：DHCは熱供給事業法に基づく熱供給  
資料：三井不動産提供

図表1-2-29 面的利用等によるCO<sub>2</sub>削減効果



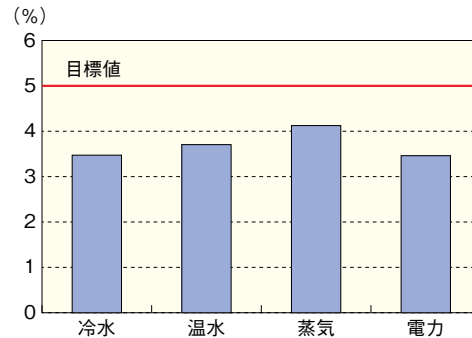
注1：エネセン導入による「面的利用なし」において、新築ビルは想定値、既存ビルは平成26(2014)年実績値による。  
注2：令和2(2020)年実績値は、新型コロナウイルスによる需要減の影響を除く。  
注3：開発前試算値、実績値共に令和2(2020)年に需要家都合で供給していない建物分を除く。  
資料：三井不動産提供

図表1-2-30 EMS稼働有無による一次エネルギー消費量の変化



注1：EMS稼働無は、令和2(2020)年のエネルギー需要実績よりEMSの最適運転機能をOFFにした場合で試算  
 注2：比較した期間は1週間（負荷は想定最大負荷の約30%の環境下を想定）  
 資料：三井不動産提供

図表1-2-31 令和2(2020)年の運用におけるEMSのエネルギー需要に対する予測精度の誤差（月平均）



資料：三井不動産提供

### 3. まちづくりや土地利用による脱炭素化

#### (1) 都市のコンパクト化による脱炭素まちづくり

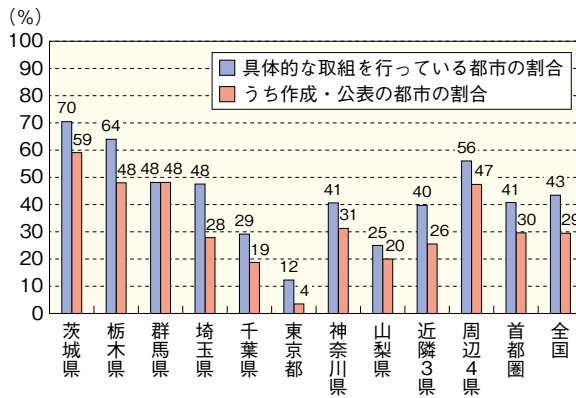
首都圏のうち周辺4県は、既に人口の減少局面を迎えており、都市機能や居住機能の集約により、コンパクトなまちづくりを進めていく必要がある。都市のコンパクト化を実現するベースとなる立地適正化計画については、首都圏の30%（令和3(2021)年12月末時点）の市町村で作成され、周辺4県の割合が高く、積極的な取組が見られている（図表1-2-32）。

周辺4県は、第1章第2節1.（1）でも取り上げたように、通勤時に自動車分担率が高いエリアも広く分布し、世帯当たりの自家用乗用車の保有台数が令和3(2021)年3月時点で1.57台と、全国（1.04台）に比べて高い<sup>10)</sup>。また、首都圏の人口集中地区（DID）<sup>11)</sup>において、人口密度の低い市が多く、平成27(2015)年のデータによれば、首都圏のDID人口密度の低い地域では高い地域に比べて第3次産業従業員1人当たりの平均業務床面積が大きくなる傾向が見られることから、人口減少により建物の分散が進んでいることが想定される（図表1-2-33）。これらの要素がエネルギー消費増大をもたらす可能性があるが、都市のコンパクト化に当たっては、公共交通等への転換や建物の集約等が進められることから、脱炭素の効果も期待される。

10) 「自家用乗用車の世帯当たり普及台数」（一般財団法人自動車検査登録情報協会）を基に都市局算出

11) DIDとは、国勢調査基本単位区及び基本単位区内に複数の調査区がある場合は調査区（以下「基本単位区等」という。）を基礎単位として、1）原則として人口密度が1平方キロメートル当たり4,000人以上の基本単位区等が市区町村の境域内で互いに隣接して、2）それらの隣接した地域の人口が国勢調査時に5,000人以上を有する地域をいう。

図表1-2-32 立地適正化計画の作成・公表等の状況

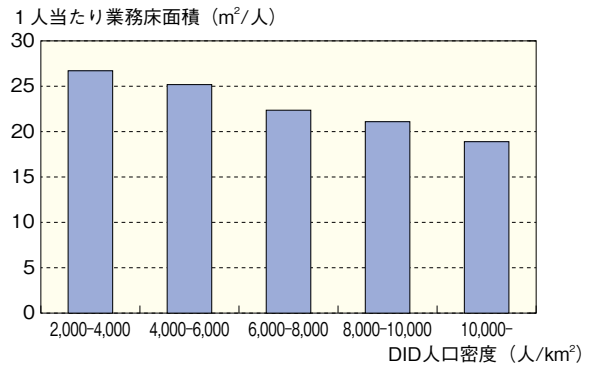


注1：都市計画区域を有する市区町村を対象

注2：令和3(2021)年12月末時点

資料：国土交通省

図表1-2-33 首都圏のDID人口密度と第3次産業従業員1人当たりの平均業務床面積



注1：人口10万人以上でDID地区を含む市町村により算出。なお、東京都区部及び政令市は除く。

注2：DID人口密度の各バンドの「1人当たりの平均業務床面積」は、DID地区を含む市町村全体の事務所等の面積及び第3次産業従業者（公務等を除く）より算出した値の平均値。

資料：「平成27年国勢調査」、「固定資産の価格等の概要調査」（総務省）、「平成26年経済センサス基礎調査」（総務省）を基に国土交通省都市局作成

### 【事例分析】小山市（栃木県）

小山市は、栃木県内で2番目に人口が多い都市であるが、国勢調査によれば令和2(2020)年には人口減少局面に入っており、将来的にも少子高齢化・人口減少社会の影響を受けることが予想されている。このため、市は将来にわたって持続可能な都市経営を推進する観点で、令和2(2020)年1月に立地適正化計画<sup>12)</sup>を策定し、公共交通においては「利便性の高い公共交通環境の維持と拠点へのアクセス性の向上」等を都市機能誘導方針に定めた。

市内では、コミュニティバス「おーバス」が運行され（路線バス14路線とデマンドバス郊外部5エリア）、ほぼ市全域がカバーされているものの、バスの利用割合は非常に低く（0.3%）、自動車の利用割合が69%と全国の地方都市と比較して高くなっていた（図表1-2-34、図表1-2-35）。このような状況を踏まえ、運行を担う市は、平成30(2018)年度より「おーバス」の利便性向上や、利用促進に向けたモビリティマネジメント（MM）に取り組んでいる。

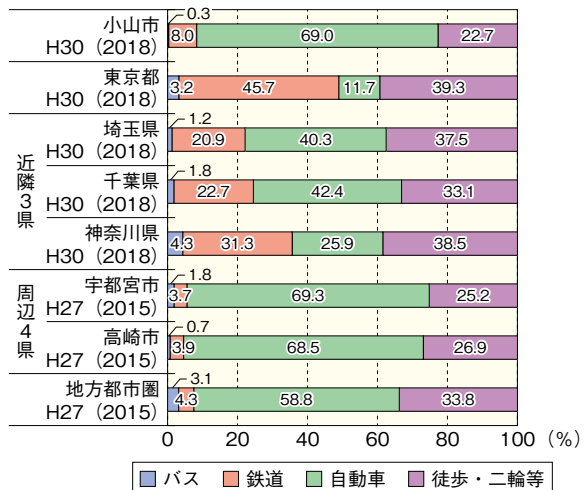
12) 立地適正化計画の詳細は小山市HP <https://www.city.oyama.tochigi.jp/site/toshikei/223811.html>

図表1-2-34 小山市内のバス路線図及びデマンドバスエリア



資料：小山市提供

図表1-2-35 小山市等の交通手段の割合(平日)



資料：全国都市交通特性調査(国土交通省)、東京都市圏パーソントリップ調査(東京都市圏交通計画協議会)、パーソントリップ(人の動き)調査(小山市)を基に国土交通省都市局作成

MMに当たり、利用促進に向けた基礎的検討を平成30(2018)年度に開始し、栃木市との連携事業として、県内初の広域公営バスである「渡良瀬ライン」が開設された。令和元(2019)年度からは具体的な取組を本格化させ、同年10月には、各路線で販売していた従来定期券を全路線に拡大し、半年又は1年期間利用であれば従来定期券の7割引(大人約2,400円/月)となる定期券「noroca」が導入された(図表1-2-36)。noroca供用開始後は、定期券保有者数が、平成30(2018)年度平均約118人から令和3(2021)年10月には440人となり、約3.7倍に増加した。

令和2(2020)年4月には、利用ニーズの高いJR駅と商業施設間で運行されていたシャトルバスの新規路線「ハーヴェストウォーク線」が開業し、車両の大型化による輸送力の30%増強等もあり、運行開始後の年間利用実績は218,005人となり、「おーバス」最大の利用者数路線となった。このほか、バスの生活情報タブロイド紙「Bloom!」が市内全戸(5.3万世帯)等に配布され、SNSでも情報発信するなど、広報面からも利用を促す取組を続けている。

図表1-2-36 norocaの概要とハーヴェストウォーク線のバス停の様子



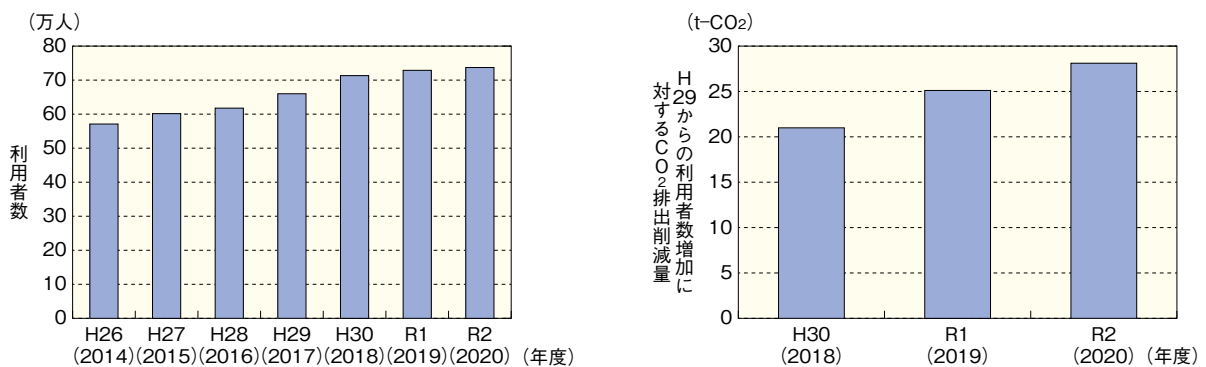
資料：小山市提供

「おーバス」の年間利用者数は、MM実施前の段階でも、ダイヤ改正やバス停の増設等に取り組むことで増加傾向を見せていた。一方、今回の取組により、平成29(2017)年度の利用者66万人が、令和2(2020)年度には74万人まで増加し、コロナ禍でも利用者数の増加や増収を達成している(図表1-2-37)。また、令和3(2021)年10月1日からは、「おーバス」の定期券「noroca」がスマートフォンで利用可能となるなど、利用促進に向けた更なる取組も進められている。

環境面では、MMによる利用者増加(平成29(2017)年度基準)が自動車利用減少につながったと推計した場合、平成30(2018)年度から令和2(2020)年度までの累計で約74t-CO<sub>2</sub>が削減されたと見込まれる。また、定期利用拡大によるスムーズな乗降やバス利用への転換は、渋滞改善の観点からも、CO<sub>2</sub>削減に一定程度寄与するものと推測される。このほか、小山駅前では歩行者を中心とする「ウォークブルなまちづくり」が進められており、まちなかでの居住を促す再開発事業や街路空間を開放する「#テラスオヤマ」(平成31(2019)年~令和3(2021)年まで7回開催)などの実施により、「おーバス」の利用増につながることも期待される(図表1-2-38)。

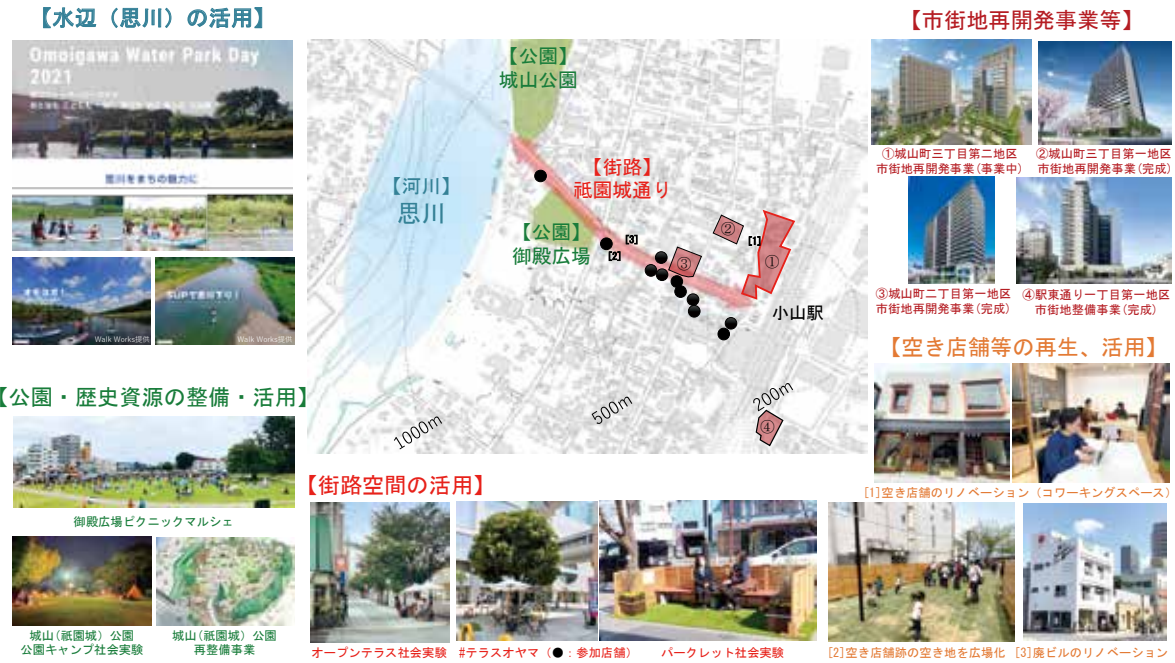
市は小山市総合都市交通計画(令和2(2020)年3月策定)の目標において、長期的には「おーバス」の年間利用者を令和22(2040)年までに210万人に拡大するとしている。同計画では今後、新規路線や運行本数の増加等に加え、タクシーなどの交通機関と連携した定期券の導入や一括して予約等が可能なアプリの開発により、MaaSの導入も検討するとしており、脱炭素の観点も踏まえ、公共交通の充実によるコンパクトなまちづくりを進めていく。

図表1-2-37 おーバスの年間利用者の推移と平成29(2017)年度からの利用増に伴うCO<sub>2</sub>削減量



資料：小山市資料を基に国土交通省都市局作成

図表1-2-38 小山駅前の再開発事業等によるウォークブルなまちづくりの取組



資料：小山市提供

### 【事例分析】宇都宮市（栃木県）

宇都宮市は、平成20(2008年)に連携・集約型のネットワーク型コンパクトシティ(NCC)構想を掲げ、平成29(2017)年には、中心市街地や駅周辺などに都市機能誘導区域等を定めた立地適正化計画を策定するなど、NCCによるまちづくりに取り組んでいる(図表1-2-39)。構想の実現に当たっては、NCCの核となる中心部の「都市拠点」や、「地域拠点」、「産業拠点」、「観光拠点」の拠点間を総合的な交通ネットワークで結ぶこととされ、市は基軸事業にLRT(次世代型路面電車システム)の整備を位置づけ、宇都宮駅東口から芳賀高根沢工業団地間の約15kmを優先事業区間として、令和5(2023)年の開業を目指して整備を進めている。

こうした中、市は都市拠点の核となるJR宇都宮駅東口地区の市有地約2.6haにおいて、コンベンション機能を有する交流拠点施設、交流広場、複合施設(商業、オフィス、ホテル)、分譲マンション等の整備を進めており、この地区整備を好機と捉え、市の低炭素なまちづくりを先導していくための指標として、宇都宮駅東口地区を含めた区域(約9.0ha)を対象に、令和2(2020)年7月、「宇都宮駅東口地区低炭素まちづくり計画」を策定した。同計画では、宇都宮駅東口地区の開発による都市機能の集約化のほか、LRTの導入やバス等の公共交通の利用拡大、省エネ性能に優れた建築物の整備、低炭素エネルギーの利用促進、積極的な緑化の推進等の取組により、計画期間終期(令和7(2025)年度)において、これらの取組を実施しない場合と比べ、26.5%(12,216t-CO<sub>2</sub>/年)のCO<sub>2</sub>削減を目指すとしている(図表1-2-40)。

削減量の内訳として、都市機能の集約化により、これらの施設の利用者が宇都宮駅東口地区へ集約され、さらに、交通手段が自動車から公共交通等に転換した場合に、6,499t-CO<sub>2</sub>/年の排出量低減が見込まれている。このうち、706t-CO<sub>2</sub>/年がLRTの導入による効果で、導入前の交通手段による移動の4%分に相当する削減量を見込んでいる。また、省エネ性能の高い建築物の整備や、地区内における分譲マンション整備に伴う戸建て住宅からマンションへの転換による削減効果も大きく、4,492t-CO<sub>2</sub>/年の排出量削減が期待され、これらの取組による効果は

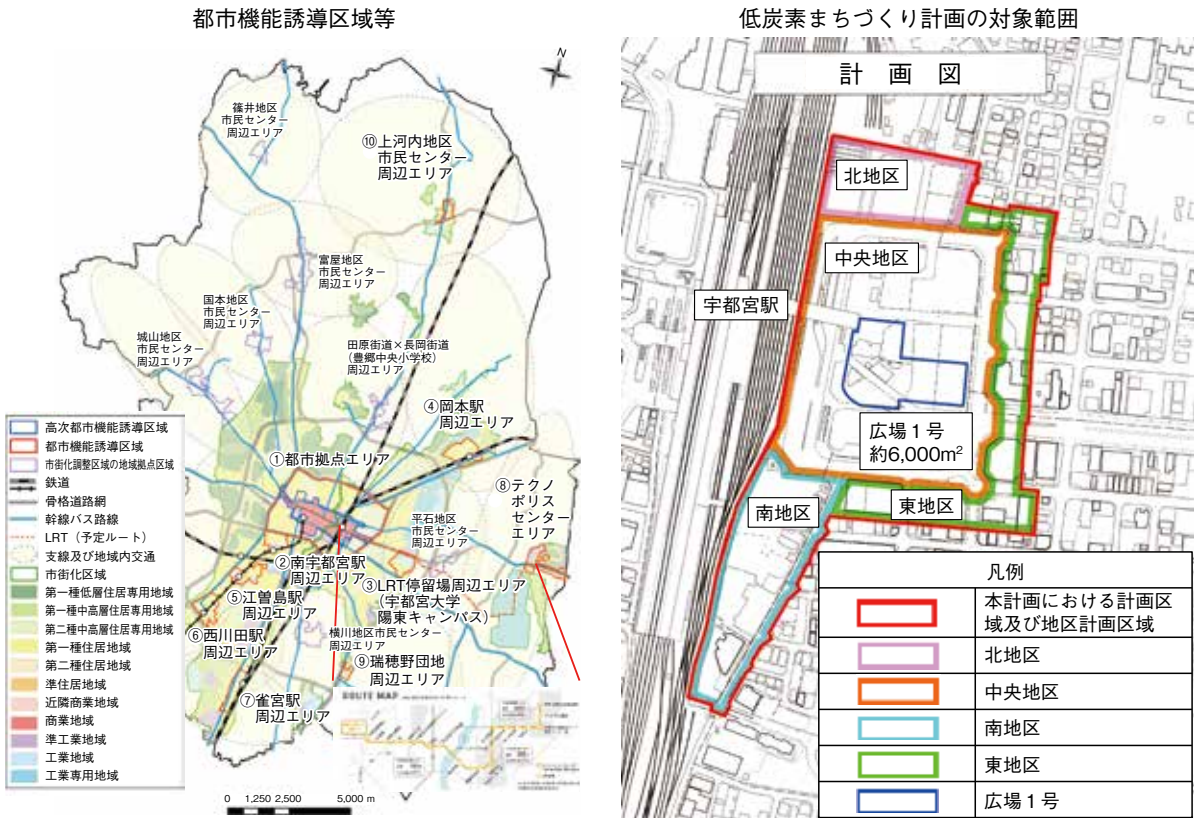
全体の約9割を占める。

一方、宇都宮駅西口では、LRTの延伸も見据え、車中心から人中心の空間に転換を図る「居心地が良く歩きたくなるまちなか」に向けた取組が実施されている。令和2(2020)年7月からは、新型コロナウイルスの影響を受ける飲食店等への対応の一環として、市が対象となる道路の占用許可主体となり、路上活用を支援する「MIYA ストリート デザイン テラス」が継続的に開催され、道路空間の有効活用が進められている(図表1-2-41)。

市は引き続き、宇都宮駅東口地区における多様で高次な都市機能の集積による新たな都市拠点の形成など、NCC構想の実現に取り組むとともに、低炭素なまちづくりに向けた効果的な取組を進めていく。

図表1-2-39

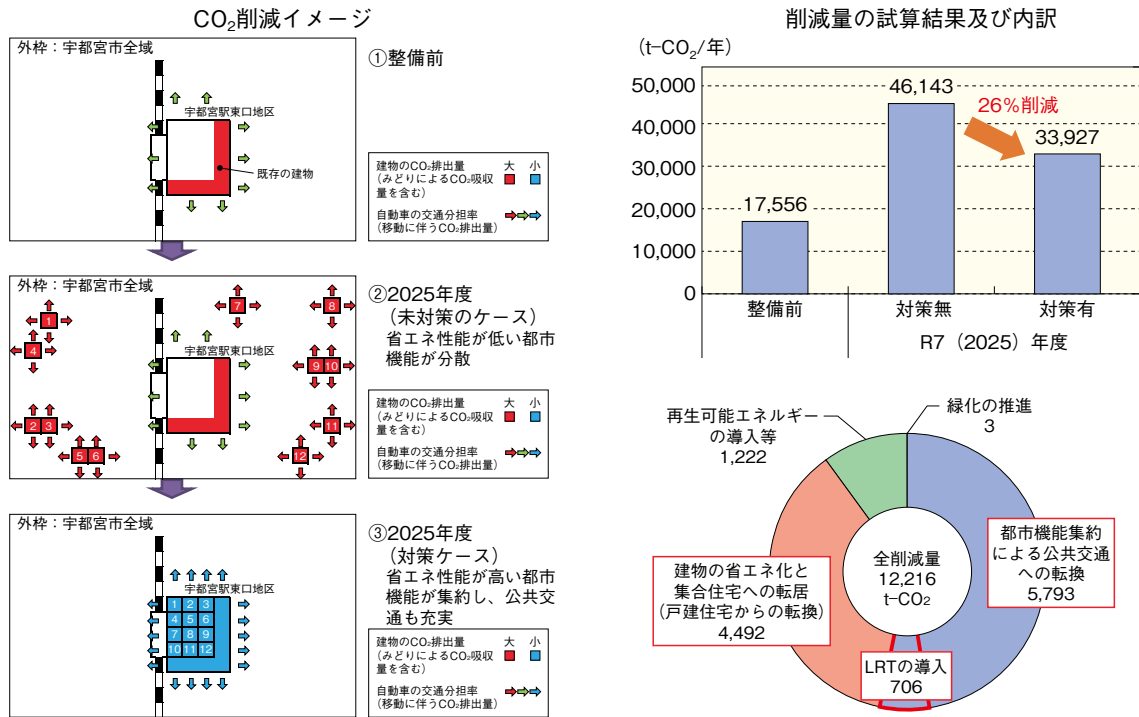
宇都宮市の立地適正化計画における都市機能誘導区域、宇都宮駅東口地区の低炭素まちづくり計画の対象範囲及び完成イメージ



注：立地適正化計画及び低炭素まちづくり計画の詳細は宇都宮市HP  
<https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machizukuri/1014948/1009282.html>  
[https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/025/038/ekomachi.pdf](https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/025/038/ekomachi.pdf)  
 資料：宇都宮市提供

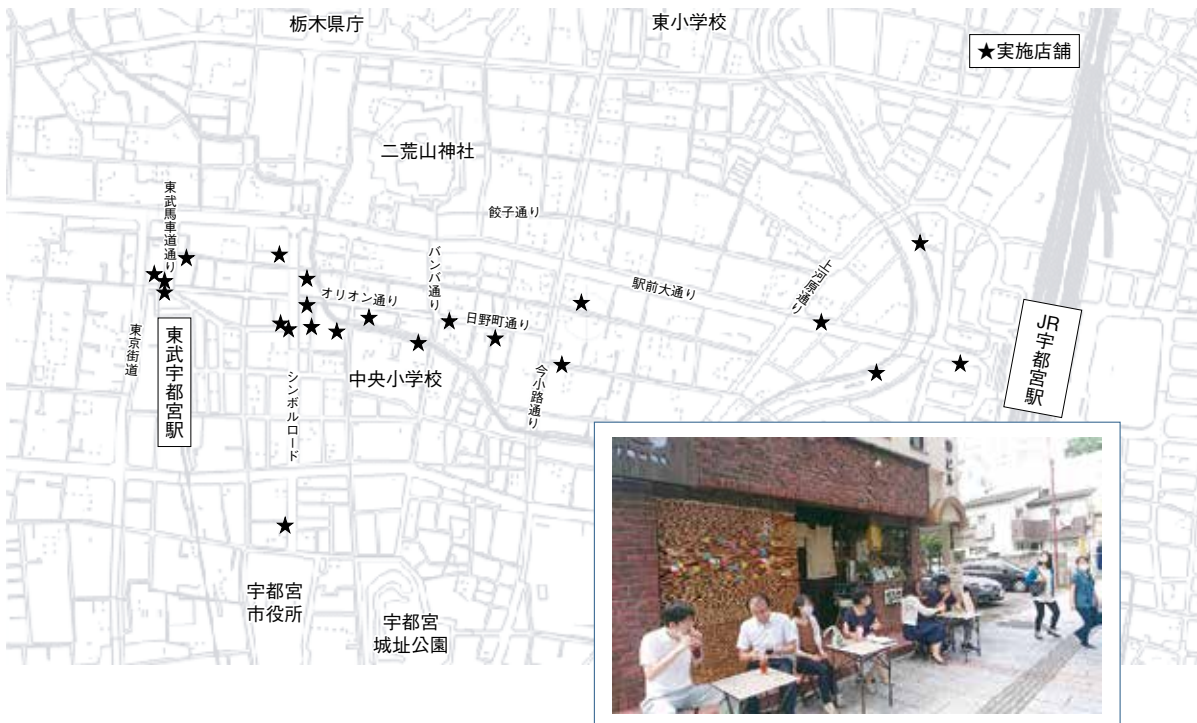


図表1-2-40 宇都宮駅東口地区の低炭素まちづくり計画によるCO<sub>2</sub>削減イメージ及び削減量の試算結果及び内訳



資料：宇都宮市提供

図表1-2-41 MIYA ストリート デザイン テラスの開催エリア等



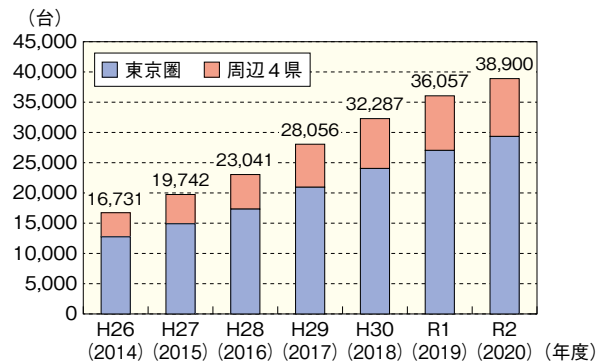
注1：令和4年2月1日時点の許可状況を取りまとめたもの。  
 注2：店舗により、実施時間や曜日等は異なる。  
 注3：上記のほか、オリオン通りにおいては、従来より「オープンカフェ事業」を実施中。  
 資料：宇都宮市提供

## (2) モビリティやオープンスペースを活用した再生可能エネルギーの地産地消

首都圏では、圏域内での再生可能エネルギーの創出や効率的な消費に当たり、モビリティやオープンスペースの有効活用が進められている。

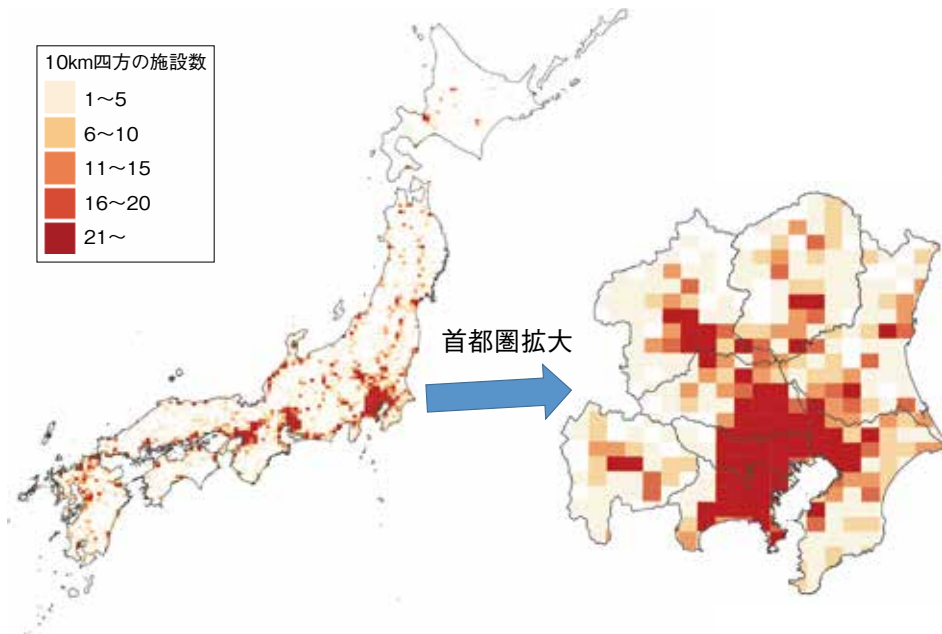
首都圏における再生可能エネルギーが利用できるモビリティの普及実態として、東京圏を中心に電気自動車（EV）の導入が増加傾向で、全国の約3割を占め、電源施設についても10km圏内の充電施設の多いエリア（11施設以上）が広く分布している（図表1-2-42、図表1-2-43）。また、空間やモノなどの資産をインターネット上のプラットフォーム等を介して他者も利用可能とする「シェアリングエコノミー」の普及が近年進んでいる。首都圏では東京圏を中心にカーシェアリング導入車両台数やステーション数が増加傾向で、全国でも半数以上のシェアを占める中、EV利用に特化したサービスも見られている（図表1-2-44）。

図表1-2-42 首都圏におけるEVの保有台数推移



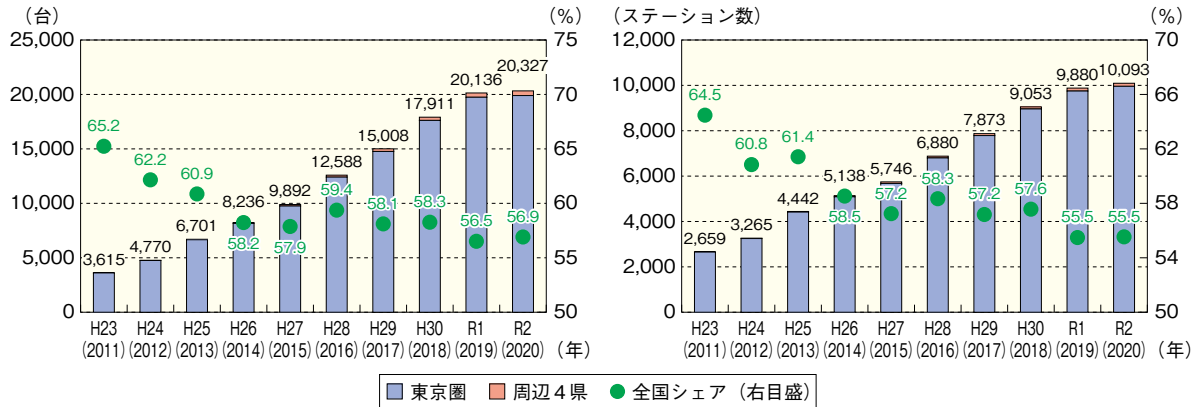
資料：「自動車保有車両数」（一般財団法人自動車検査登録情報協会）を基に国土交通省都市局作成

図表1-2-43 10km四方における電気自動車充電施設の整備状況（令和3（2021）年12月時点）



資料：「充電設備位置情報」（CHAdeMO協議会）を基に国土交通省都市局作成

図表1-2-44 首都圏のカーシェアリング導入車両台数、ステーション数及び全国シェア



注1：各年12月末時点

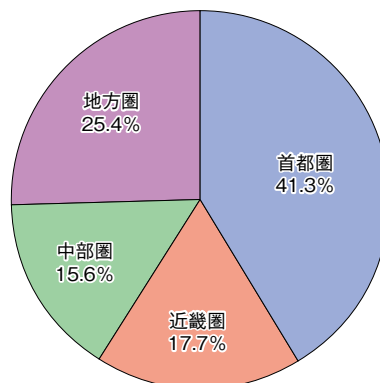
注2：調査対象はタイムズカー、カレコ、オリックスカーシェア、カリテコ、ホンダエブリゴー、earthcarの6サービス

資料：「カーシェアリング比較360°」(株式会社ジェイティブス)を基に国土交通省都市局作成

オープンスペースの活用については、首都圏では東京圏を中心にスペースが限られる中、都市公園では太陽光発電設備の導入が進められており、施設内の電力系統に接続する設備（以下「供給型」という。）<sup>13)</sup>が導入された都市公園については、首都圏が全国の約4割を占めている（図表1-2-45）。

供給型で発電された電力については、平時は施設内での自家用や余剰分の売電などに用いられ、発災時は公園の避難場所や応急災害対策活動拠点としての運用に当たり、管理棟や屋外の照明等の必要箇所への供給が想定される。これらの運用に加え、首都圏では公園内に設置された太陽光発電設備等を活用し、地域における分散型電源の供給拠点とするケースも見られる。

図表1-2-45 供給型の太陽光発電設備の導入されている都市公園の内訳



注1：令和2(2020)年度末時点

注2：近畿圏は滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県で、中部圏は長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県。

資料：国土交通省

### 【事例分析】小田原市（神奈川県）

小田原市は株式会社REXEVと連携し、再生可能エネルギーを効率的に活用するため、EVカーシェアリングを導入するとともに、EVを「動く蓄電池」として様々な地域課題の解決に活用し、エネルギーマネジメントの高度化による持続可能なまちづくりに取り組んでいる。

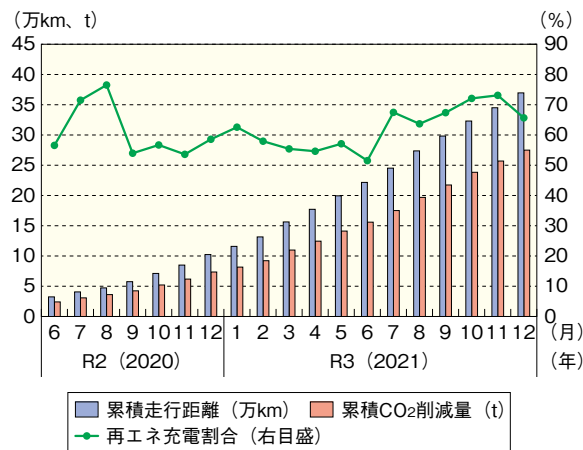
13) 時計や照明に内蔵されたタイプのような独自電源は除く。

EVカーシェアリングサービスは、令和2(2020)年6月のサービス開始後、令和3(2021)年12月時点で導入台数を47台まで拡大している(令和4(2022)年度末迄に100台程度まで拡大予定)。同期間において、EVに対する再生可能エネルギーの平均充電割合は約62%で、総会員数1,600人の利用による総走行距離は約37万km、ガソリン車利用から転換された場合の推計で、CO<sub>2</sub>排出量は約28t-CO<sub>2</sub>削減された(図表1-2-46)。また、EVの利用効率を向上させ、導入・維持管理コストを低減する工夫として、平日の8時~18時までの間に部分的に法人利用枠が設けられ(土日祝日は一般ユーザーに開放)、市の公用車としての活用も行われている。このほか、令和3(2021)年3月からは、小田急電鉄株式会社の提供するMaaSアプリ「EMot」を介してEVカーシェアリングサービスの利用状況確認や予約等が可能となっており、公共交通と連携した観光エリアの回遊性向上などの観点でも、EV利用が促進されている(図表1-2-47)。

蓄電池利用による地域課題解決としては、建物とEV間での充放電によるエネルギーマネジメントがあげられ、今回導入されたEV全体の蓄電池容量は、一般的な家庭用蓄電池300台以上に相当(1台当たり40kWh想定)する。運用例として、EVの充電時には建物における再エネ余剰を効果的に活用する一方、建物で電力需要が高い場合は、EVの使用がなければ、EVから建物側へ放電することで電力の平準化にも活用されている(図表1-2-48)。

また、EVの関連企業と提携し、災害時にEVを様々なエネルギー源として活用する取組も進められている(図表1-2-49)。カーシェアリングの運営では、充電残量や位置情報等が一元的に把握できるシステムが整備されており、災害発生時に市と共有する体制が構築されている。市は、発災時にEVを電源車として近隣の避難所などへの確に配置することを目指し、令和3(2021)年1月には運用訓練を実施するなど、実効性向上に向けた取組を進めている。

図表1-2-46 EVカーシェアリングの累積走行距離、累積CO<sub>2</sub>削減量及び各月の再エネ充電割合



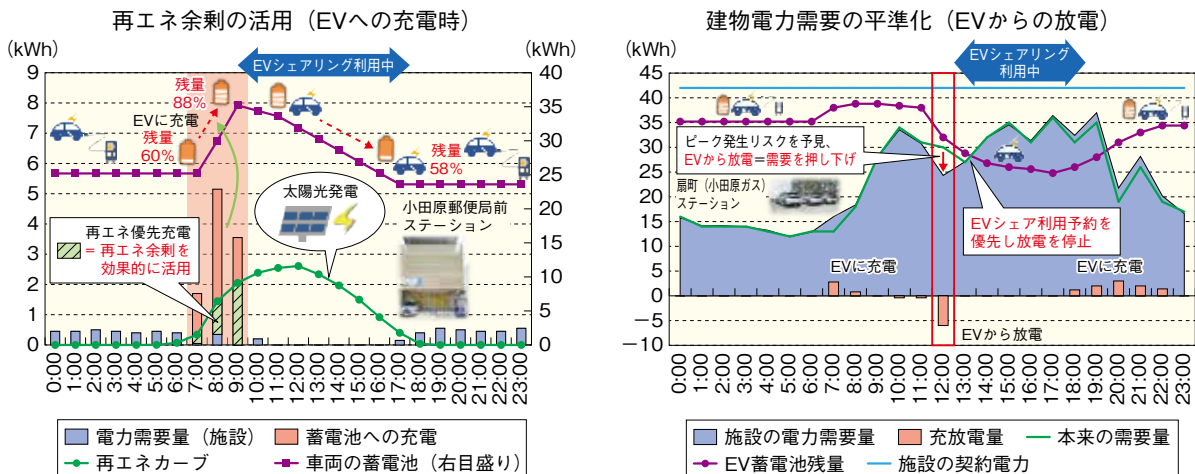
資料：小田原市提供

図表1-2-47 MaaSアプリ「EMot」とEVカーシェアリングアプリの連携



資料：小田原市提供

図表1-2-48 EV蓄電池の充放電によるエネルギーマネジメントの例



資料：小田原市提供

図表1-2-49 災害時におけるEVの蓄電池利用想定



資料：小田原市提供

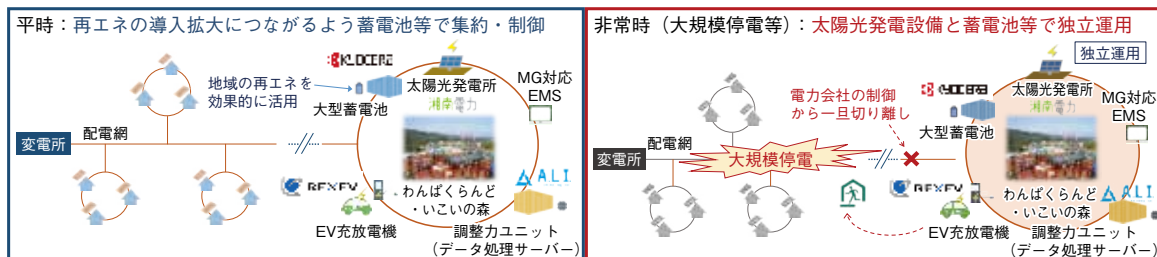
市は、EVカーシェアリングを展開する中、再生可能エネルギーの地産地消拡大に向け、小田原こどもの森公園わんぱくらんどにおいて、太陽光発電設備（50kW）や蓄電池（1,580kWh）等の導入により、電力供給拠点利用の検証を進めている。本拠点は、平時は市内の電力システムの一部として、非常時には同施設周辺を独立運用可能な「地域マイクログリッド」として機能させるもので、令和4（2022）年2月、京セラ株式会社等との公民連携により構築された（図表1-2-50、図表1-2-51）。整備に当たっては、新たに自営線を設けず、既存配電線を活用することで、導入コストの削減が図られている。

運用に当たり、平時は、地域マイクログリッド内外の太陽光発電設備（将来的に市内の住宅100～150件程度の活用を見込む）の発電余剰や大型蓄電池を活用し、公園内（地域マイクログリッド内）に整備されたデータ処理サーバーに電力供給することを想定している。デジタル社会の進展でデータ処理サーバーのニーズは高まっており、発電余剰に対する買取インセンティブも設定予定で、電源の脱炭素化とともに、市内での再生可能エネルギーの更なる有効活用と導入拡大が期待されている。

災害時は、公園内（地域マイクログリッド内）での独立運用となり、浄化槽などが供給先として想定されている。地域マイクログリッド内外の太陽光発電設備（500kW程度を想定）からの余剰電力を蓄電池に蓄えることで、災害時に浄化槽の排水処理機能などを2.5日程度賄える試算となっており、来園者への対応だけでなく、応急的な避難場所としての活用も見込まれている。令和3（2021）年度内は本格運用に向けた試行が実施されており、公園内で停電状態を作り、停電時からの起動、蓄電池・太陽光発電設備による電力負荷に応じたデータ処理サーバーへの電力供給などを実施し、自立運転の継続を確認した（図表1-2-52）。

今後、市は地域マイクログリッドの本格運用（令和4（2022）年度以降）に向けた準備を進めていくとともに、運用で得られる知見を蓄積・活用することで、効果的なエネルギーの利活用を見据えている。前述したEVによるエネルギーマネジメントとあわせて、平時、災害時を問わず、再生可能エネルギーやオープンスペース等の地域リソースが最大限、効率的に活用されるまちづくりを推進していく。

図表1-2-50 小田原市で構築された地域マイクログリッドの概要



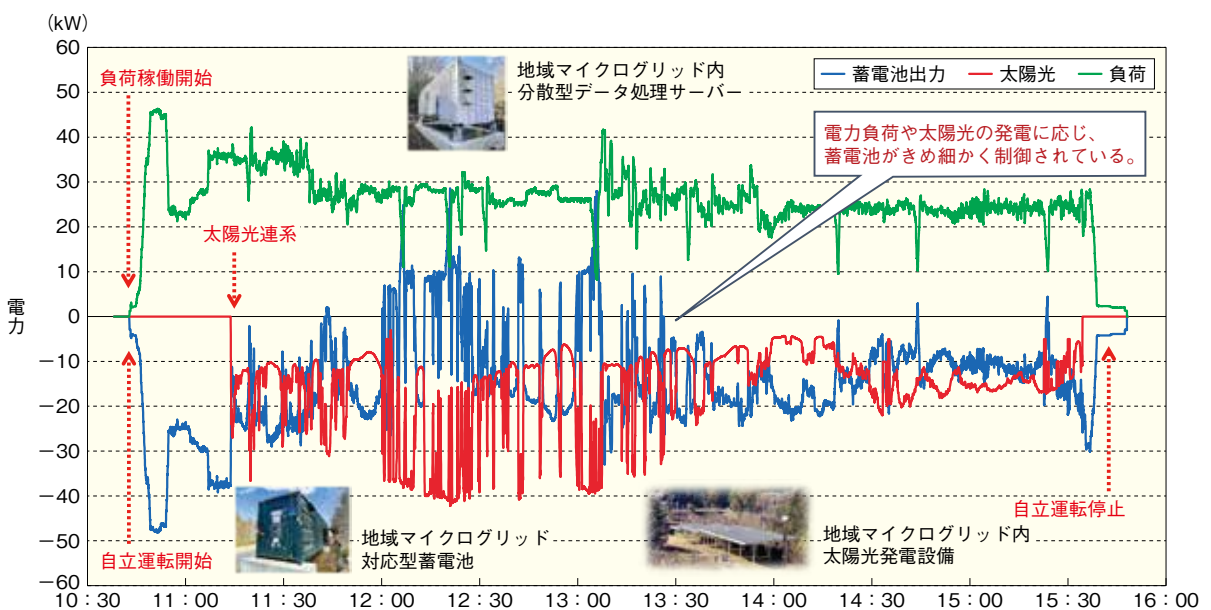
資料：小田原市提供

図表1-2-51 地域マイクログリッドにおける平時の太陽光発電余剰吸収イメージ（データ処理サーバーへの供給）と災害時における独立運用エリア



資料：小田原市提供

図表1-2-52 試行段階における公園内（地域マイクログリッド内）での蓄電池からのデータ処理サーバーへの電力供給



資料：小田原市提供

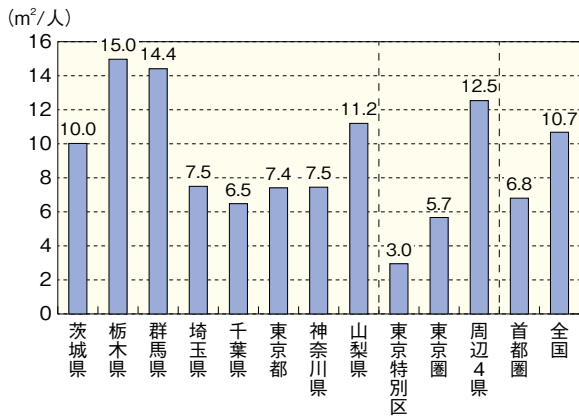
### (3) 緑地の創出によるヒートアイランド対策やCO<sub>2</sub>吸収源の確保

近年、気候変動に伴う災害の頻発化・激甚化等を受け、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能な国土・都市・地域づくりを図るグリーンインフラの取組が進められている。都市の緑化は、ヒートアイランド現象の緩和により、空調のエネルギー負荷を低減するCO<sub>2</sub>排出抑制や、樹木等の生長に伴うCO<sub>2</sub>吸収の効果を持ち、脱炭素に寄与することが期待される。

首都圏では、1人当たりの都市公園面積が全国と比較して小さく、海外の主要都市との比較においても、東京都区部における緑地の充実度は低いとされている。そのため、首都圏におけるヒートアイランド現象の緩和やCO<sub>2</sub>吸収源の確保に当たっては、公園を含め様々なスペースを有効活用して、都市の緑化を進めていく必要がある（図表1-2-53、図表1-2-54）。

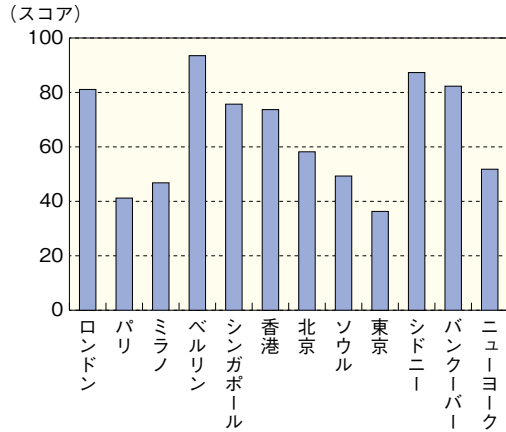
緑地の確保に当たり、首都圏では、官民の連携により、都市開発プロジェクトにより創出される公開空地等や、建築物の屋上及び壁面を活用した取組が積極的に進められており、令和2(2020)年までの屋上緑化及び壁面緑化の累計施工面積は、全国の50%以上のシェアを占めている（図表1-2-55、図表1-2-56）。また、路面緑化技術の開発に伴い、従来長期的な緑化の維持が困難な駐車場や車路、歩行者空間等を芝生で緑化する等、活用が困難であった箇所に緑地空間を創出する事例が見られる。

図表1-2-53 首都圏等の1人当たりの都市公園面積 (令和2(2020)年度)



注：都市計画区域内の人口をもとに算出  
資料：国土交通省都市局作成

図表1-2-54 海外主要都市の緑地充実度



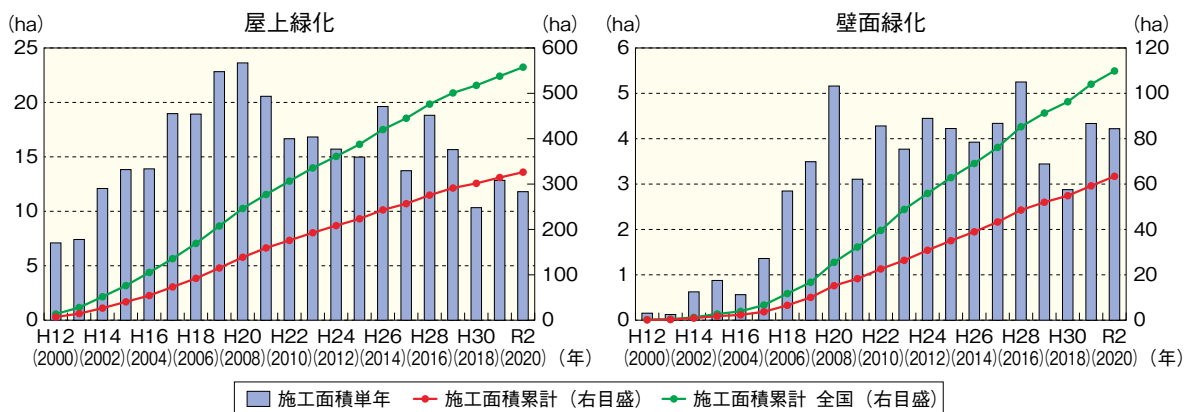
資料：「世界の都市総合ランキング2021」(森記念財団都市戦略研究所)

図表1-2-55 公開空地等の活用による新たな緑地空間の形成例 (赤坂インターシティAIR)



資料：日鉄興和不動産提供

図表1-2-56 首都圏の屋上緑化、壁面緑化の施工面積の推移



注：令和元(2019)年及び令和2(2020)年は暫定値  
資料：「全国屋上・壁面緑化施工実績調査」(国土交通省)を基に国土交通省都市局作成

**[事例分析] 歩行者空間や駐車スペース等の緑化 (東京都、神奈川県)**

令和2(2020)年3月に横浜市で完成したMICE施設「パシフィコ横浜ノース」では、路面緑化技術により歩行空間の一部と駐車場のスペース約600m<sup>2</sup>が緑化され、駐車場についてはイベント用芝生広場としても使用可能で、ハイブリッドな空間を実現している (図表1-2-57)。



導入された路面緑化技術では開発段階において暑熱緩和効果が確認されており、令和3(2021)年度の検証(首都圏内の別敷地で実施)で新たに、夏期(日中)において体感温度の指標となる「標準新有効温度(SET\*)<sup>14)</sup>、<sup>15)</sup>」がアスファルトに比べて2℃程度低いことが確認された(サーモカメラによる地表温度面では15℃低下)(図表1-2-58)。また、脱炭素の観点でも試算が行われ、材料生産から運用にかけて、アスファルト施工等に比べて一定程度CO<sub>2</sub>削減効果が生じるとされている。

さらに、導入された路面緑化技術については、開発段階で車椅子やベビーカー利用者の通行しやすさや、ヒールのある靴や未就学児などの小さな靴による歩きやすさについても考慮されており、「パシフィコ横浜ノース」では、横浜市のみなとみらい21中央地区地区計画で求められている、快適な歩行者空間や調和のとれた街並の形成実現が図られている(図表1-2-59)。

同様の路面緑化技術は住宅にも導入されており、令和2(2020)年2月に東京都江東区で完成した、中高層木造ハイブリッド共同住宅<sup>16)</sup>「フラッツウッズ木場」の車路部分(270㎡)にも導入された(図表1-2-60)。同施設の整備箇所では、芝生と同程度の雨水流出抑制効果が確保され、都市型水害等に対応するとともに雨水貯留槽や雨水浸透柵等に要するイニシャルコストの軽減に寄与している。

技術開発を通じて、緑地スペースの充実が気候変動に伴う暑熱対策に限らず、バリアフリーや防災機能の強化など、様々なニーズへ貢献することが今後も期待される。

図表1-2-57 パシフィコ横浜ノースの外観と歩行者空間、駐車場に導入された路面緑化技術



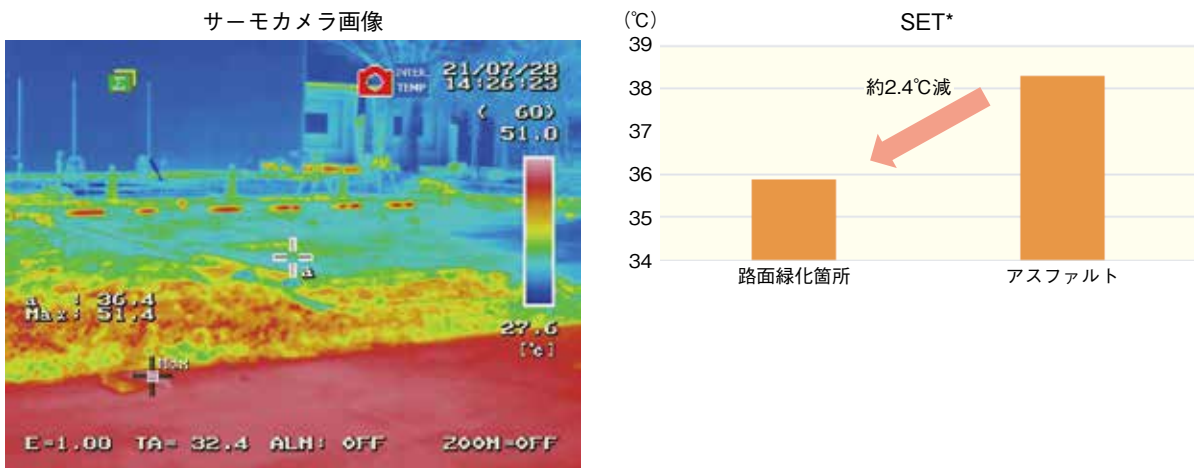
資料：竹中工務店提供

14) 温熱感覚および放熱量が実在環境におけるものと同等になるような相対湿度50%の標準環境の気温

15) 深井一夫：標準新有効温度(SET\*)における放射、湿度、気流、着衣の影響の温度換算(日本建築学会計画系論文集第465号、pp19~26、1994)

16) 木造と鉄筋コンクリート造、鉄骨造によるハイブリッド構造

図表1-2-58 導入された路面緑化技術の開発段階におけるサーモカメラによる地表面温度測定結果とSET\*の比較



注1：計測は令和3（2021）年7月28日に竹中工務店技術研究所（千葉県）において実施。

注2：路面緑化、アスファルトの各SET\*の算出に当たっては、サーモカメラ測定点と同温度の地面が無限に続いているとし、着衣量と代謝量はそれぞれ0.5 [clo]、1.2 [METs] と仮定

資料：竹中工務店提供

図表1-2-59 導入された路面緑化技術の開発段階におけるバリアフリー性能の確認状況



注：竹中工務店技術研究所（千葉県）において実施

資料：竹中工務店提供

図表1-2-60 フラッツウッズ木場の外観と車路に導入された路面緑化技術



資料：竹中工務店提供