

地方都市における ゼロカーボンシティの実現に向けて

マイクログリッドの構築とその展望

1

脱炭素化への潮流と地方都市

現在、国内外で気候変動への対策、いわゆる「脱炭素化」に向けた取組が加速している。2016年には、2020年以降の気候変動問題に関する国際的な枠組みとして「パリ協定」*1が発効した。EUでは「欧州グリーンディール」、米国でもバイデン政権において「クリーンエネルギー投資計画」が発表され、以前からみられるESG投融資の活発化もこれらを後押しする形となっている。国内では、2020年10月の第203回臨時国会において、菅総理より2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことが宣言された。これを受け、各種計画の策定・改定が進むほか、従前からの電力システム等に係る制度改革が急ピッチで進められている。

このような動きを受けて、現在、2050年CO₂実質排出量ゼロに取り組むことを表明する地方公共団体（ゼロカーボンシティ）が209団体にまで増加している（2021年1月22日現在ⁱ）。しかしながらゼロカーボンシティを実現するための方策を示した「ゼロカーボンシティ取組一覧」では、多くの地方公共団体が「再生可能エネルギーの導入拡大」や「電気自動車の導入拡大」といった取組の方向性を掲げているのみで、これら自体、もちろん重要であるものの、さらに実効

力を伴う具体的方策を講じることが求められているといえる。また、2030年の具体的な数値目標を挙げているのは一部の政令指定都市や環境モデル都市に留まっていることから、どこまで定量的にゼロカーボンを担保できるかも今後の重要な課題となる。

地域レベルでの脱炭素化を考える上で、人口や経済活動が集中する大都市のエネルギー消費・CO₂排出をいかに削減するかが重要であることは論を待たない。都市の構造やインフラそのものに脱炭素化技術を組み込み、大都市起源のCO₂排出量の大幅削減を実現することは、国全体のカーボンニュートラルの実効性を高める上で重要な要素となる。

しかし、一方で、地方都市が果たす役割も決して無視できない。地方都市では、人口や経済活動が分散している分、CO₂排出削減を大量かつ効率的に実現することがそもそも難しい。わが国の人口の約7割ⁱⁱは地方都市（本稿では、人口50万人未満の地方公共団体を指す）に分布しており、コロナ禍をきっかけに郊外居住・地方分散の流れが強まるとすれば、ここでの合理的な脱炭素化方策をハード・ソフト交えて着実に確立・導入していくことが必須となる。

地方都市のゼロカーボンシティ対策を推進する上で障害となる要因としては、財政力の不足、人材の不足などが考えられる。また、地方都市では地域経済の衰退、人口流出、高齢化、市街地分散、公共交通の不足、災害時の脆弱性、インフラの老朽化などの課題が山積しており、環境・経済・社会を統合的に解決するアプローチ^{**2}が必要となっている。

これらを踏まえ、本稿では、特に地方都市に着目し、ゼロカーボンシティを実現する上で重要となる対策の方向性を考察するとともに、特に再生可能エネルギー（以下、再エネ）を最大限に地産地消する上で有望な代表的技術の一つとして、自営線によるマイクログリッドを紹介する。

2

ゼロカーボンシティ実現のための対策

① 温室効果ガス排出量の現状と一般的な対策体系

日本の2018年度のCO₂排出量（電気・熱配分後）の割合は、産業部門が35%と最も大きく、次いで運輸部門（18.5%）、業務その他部門（17.2%）、家庭部門（14.6%）、エネルギー転換部門（7.9%）、非エネルギー起源（6.9%）となっている。このうち地方公共団体の取組により削減できる可能性の高い部門は、家庭、業務その他、運輸であり、全体のおよそ半分を占めているⁱⁱⁱ。地方都市においても、工業都市を除けば、家庭、業務その他、運輸部門の相対的な割合やその重要性がさらに高くなることが想定される。

政府の地球温暖化対策計画（2016年5月閣議決定、現在見直し議論中）では、産業、業務、家庭、運輸、エネルギー転換、その他温室効果ガス及び吸収源対策、分野横断的施策、基盤的施策に分類して対策を示している。現状では、多くの地方公共団体の地球温暖化対策実行計画がこれにほぼ沿った体系となっており、ゼロカーボンシティ実現に向けては対策の強弱の差や優先順位の違いこそあれ、これらの対策が個別の対策として重要となることには変わりがない。

表 各部門における地球温暖化対策の体系^{iv}（一部を例示）

部 門	対策の例
エネルギー転換	・ 再生可能エネルギーの最大限の導入 など
産業部門	・ 低炭素社会実行計画の着実な実施と評価、検証 ・ 設備・機器の省エネとエネルギー管理の徹底 など
業務その他部門	・ 新築建築物の省エネ基準適合義務化、既存建築物の省エネ改修、ZEBの普及 ・ LED等の高効率照明の普及、トップランナー機器の性能向上 ・ エネルギー管理の徹底（BEMSの導入、省エネ診断） など
家庭部門	・ 国民運動の推進（省エネ行動） ・ 新築住宅の省エネ基準適合義務化、既存住宅の断熱改修、ZEHの普及 ・ エネルギー管理の徹底（HEMS、スマートメーターの導入） など
運輸部門	・ 次世代自動車（電気自動車、燃料電池自動車）の普及、燃費改善 ・ エコドライブの推進、公共交通機関の利用促進、低炭素物流の推進 など

② 地方都市のゼロカーボンシティ実現で鍵となる対策

前述のように、大都市と地方都市の決定的な違いは、財政力不足・人材不足だけではなく、そもそもの深刻な社会課題（人口減少、災害脆弱性、交通空白地帯等）の存在である。一方で、再エネとこれを利用できる土地は大都市に比べ比較的豊富にある。このような特性をもつ地方都市においてゼロカーボンの実効性を高めるには、例えばどのような対策が鍵を握るのだろうか。

一つには、豊富な再エネを最大限に域内で活かすことである。まず、太陽光・風力・中小水力・地熱・バイオマス等、各地域が有する再エネを活かした熱電供給のための施設整備を進めること、加えて重要なのが、それら再エネの電気・熱を活かしきる、つまり需要側も掘り起こし、これと上手くマッチングさせる技術を導入することである。このような再エネの地産地消は、ダイレクトに化石燃料起源の電力・熱を置き換えられるため、削減規模的にも効果が期待できる。また、地方都市のみで再エネを消費しきれない場合には、

自己託送^{*3}や特定供給^{*4}、地域新電力会社を通じた電力供給等を行うことで、大都市の脱炭素化にも寄与できる可能性がある。

二つ目に、その地域が抱えるエネルギー以外の他の課題も同時に解決できるような仕組みをデザインすることである。財政難・人材不足に陥っている地方都市にとって、ゼロカーボン目的のみで設備投資や事業運営に踏み出すことには躊躇があっても、それが、例えば災害時の避難場所としての機能強化（停電時の再エネ電力供給）、再エネを欲する民間企業の工場誘致等につながるとあれば、一挙両得の手として一気に現実味が増すだろう。

このように、地方都市では、大都市にはない貴重な資源である再エネを地産地消で活かしつつ、それが地域のレジリエンスや魅力を向上させ、ひいては人や産業を地方に回帰させるような一石二鳥・三鳥の仕組みをデザインすることが、ゼロカーボンシティを現実のものにする大事なポイントといえる。



3

地方都市におけるマイクログリッドの構築

① マイクログリッドの概要

ここでは、再エネを最大限に地産地消する上で有望な技術の一つとして自営線による「マイクログリッド」を紹介したい。「マイクログリッド」の定義には様々なものがあるが、広義には既存の電力系統にほとんど依存せずに、自律的なエネルギー供給を行うことができるものを指す。「地域マイクログリッド」は災害時に電力を使用できる仕組みを指すことが多いが、本稿では自営線を敷設して、平時には再エネを地産地消し、災害時には非常用電源として活用する自律分散型エネルギーシステムを、便宜的に「マイクログリッド」と呼ぶ。

マイクログリッドは、エネルギー供給設備（太陽光発電設備、風力発電設備、ガスコージェネレーションシステムなど）、送電線設備（架空または地中）、需給

調整設備（蓄電池、EMS：エネルギーマネジメントシステム）、需要側設備（受変電盤、公共施設の設備等）によって構成されるエネルギーシステムである。電力系統から災害時などに必要に応じて切り離して域内で電力を自家消費できるという特徴を有している。

国内でも出力変動の大きい太陽光発電や風力発電が急激に増え、需給バランスの調整力が不足する地域（系統制約のある地域）や、災害時電源の確保が課題となっている地域でマイクログリッドの整備や検討が進んでおり、弊社は既に国内で4事例（千葉県睦沢町、福島県相馬市、北海道鹿追町、北海道大樹町）について事業化支援を行っている。

② マイクログリッドの意義と効果

マイクログリッドの意義と効果は、環境面（脱炭素化）、経済面（地域経済の活性化）、社会面（レジリエンス）の3つの側面にあると言える^v。

環境面では、既存の電力系統容量に受入制約がある中で、マイクログリッドを介在させることにより地域レベルでの再エネ導入率を高め、地域の脱炭素化を促すことができる。

経済面では、区域内一括受電による契約電力料金削減等の直接的なコストメリットや、施工及び維持管理等を通じて地域にもたらされる経済効果等が期待できる。また、近年RE100^{*5}企業の増加に伴い再エネ電力調達に関するニーズが高まっており、マイクログリッドにより再エネ電力100%供給エリアが実現す

れば、企業誘致などにも有利に働く可能性がある。

社会面では、大規模風水害などに伴う停電の長期化が起こった場合でも電力供給を維持する機能が期待でき、これが自営線によるマイクログリッドの大きな特徴ともなっている。実際に、2019年9月には、台風15号による強風で東京電力の送配電線が損傷し、千葉県広域で大規模な停電が発生し復旧に時間を要したが、むつざわスマートウェルネスタウンでは独自の電源と自営線（地中）を整備していたためおよそ1日で電力が復旧している^{vii}。なお、これらの自営線によるマイクログリッドの利点は、地方都市に限らず効果を発揮しうるものであり、今後は大都市でも様々な形態での導入が期待されるところである。

③ マイクログリッドの展開の方向性

マイクログリッドは、IoTや電気自動車（以下、EV）との組み合わせによって、さらにその先の展開につながる社会インフラの1つと位置付けることができる。ここでは展開の方向性として、分散型電源の最適制御と、郊外・市街地間の移動の脱炭素化の2点に触れる。

分散型電源の最適制御は、マイクログリッドを介してつながる多数の再生エネルギーと需要先の制御（グリッド内のEMS）に加え自営線に直接接続されていない分散型電源や需要施設もIoTを介してつなぎ、電力供給に合わせて需要側の電力需要パターンを変化させる（DR：デマンドレスポンス）ことで、より広範囲の電力需給を高度に最適制御するものである。そのようなマイクログリッドであれば、これ自体を外部電力系統からみた場合の仮想の発電所（VPP：バーチャルパ

ワープラント）として、さらにはスマートシティの構成要素などとして発展させることも可能となる。

郊外・市街地間の移動の脱炭素化は、市街地と郊外を結ぶバスや公用車にEVを導入し、マイクログリッドから再生エネルギーを供給することで交通の脱炭素化を図るものである。さらに、EVの蓄電池を住宅の電力として使用できる仕組み（V2Hシステム）を導入することにより、災害時の停電で孤立した郊外の住宅までEVが移動して、給電を行うことも可能である。長期的には民間のEVカーシェアリングや自動運転、貨客混載などの組み合わせによりEVが地方の公共交通空白地帯を埋める交通手段として機能するようにできれば、CO₂削減と交通利便性確保という2つの課題を同時解決に導くことができる。

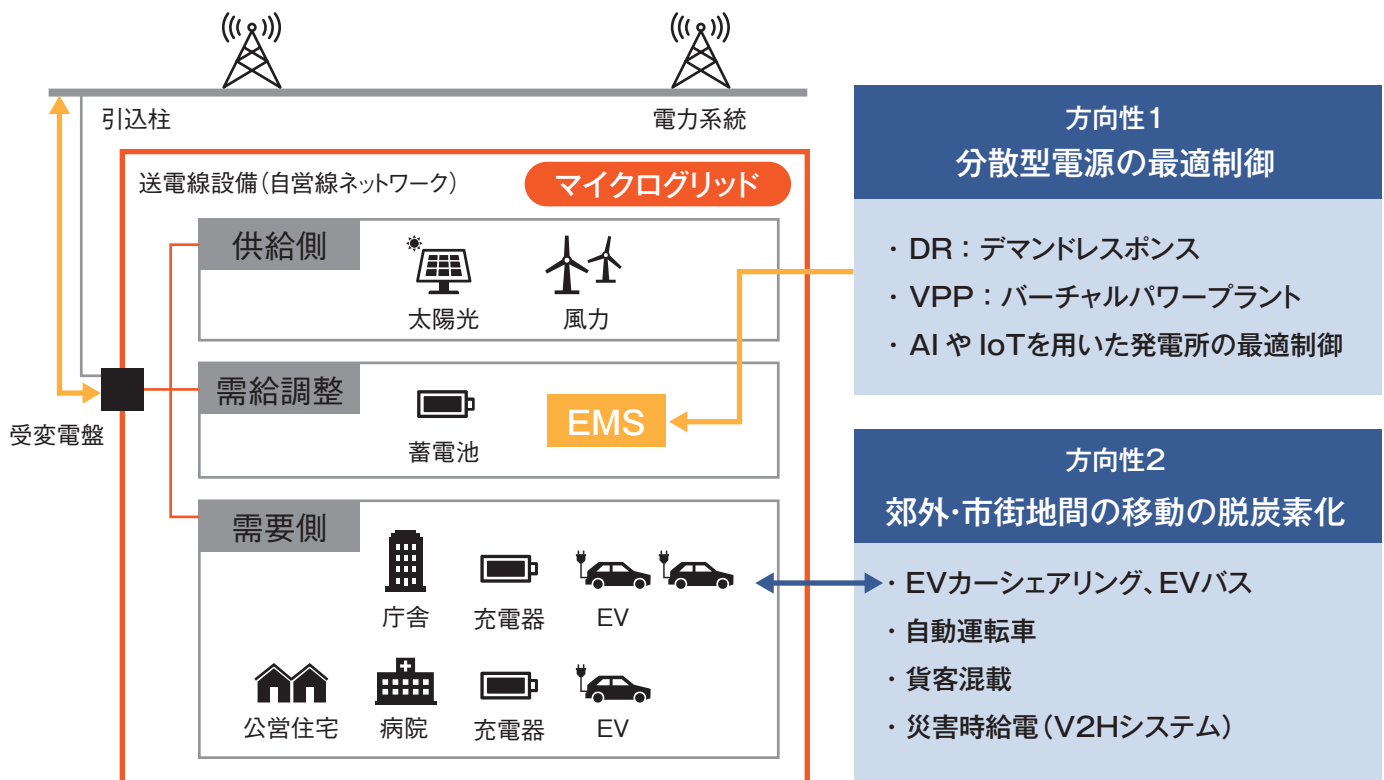


図 自営線によるマイクログリッドの構成と展開の方向性イメージ

4

おわりに

本稿では、地方都市において真にゼロカーボンの実効性を高めるために鍵となる方策について考察するとともに、具体的な技術として自営線によるマイクログリッドを紹介した。

ゼロカーボンシティの実現には、国レベルでもエネルギーミックスの検討、水素利活用、CCUS^{※6}の導入等を推進していく必要があるが、地方公共団体が推進する脱炭素化方策を推進するための社会インフラの一つとして、マイクログリッドの重要性は今後増していくだろう。一方で、マイクログリッドの規模や構成要素を地域特性に合わせて上手く適用していくことは

決して容易ではなく、相応の専門的知見や地域新電力会社との関係性も含め地域全体を俯瞰した戦略的視点が不可欠である。

我々、総合建設コンサルタントという立場で環境・エネルギーに携わる技術者は、様々な主体が関わるマイクログリッドの事業化に対して、地域価値最大化等の観点から中立かつ公平な立場で支援するとともに、まちづくり・交通分野の専門技術者等とも連携して、環境・経済・社会を統合的に解決するゼロカーボンシティの実現に取り組んでいきたいと考える。

執筆者 環境・エネルギー部 環境・エネルギー政策室
課長補佐 益田 祥司

- ※1. パリ協定では、21世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出量と吸収源による除去量との均衡(世界全体でのカーボンニュートラル)を達成することを長期目標としている。
- ※2. 環境省では、各地域が足もとにある地域資源を最大限活用しながら自立・分散型の社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、環境・経済・社会が統合的に循環し、地域の活力が最大限に発揮されることを目指す考え方を「地域循環共生圏」と定義している。
- ※3. 既存の系統(一般電気事業者が保有する送配電ネットワーク)を通して発電設備から遠隔地の需要設備(事業所等)に電力を送電すること。
- ※4. 電力の供給者と需要者に密接な関連性がある場合に、両者が合意した契約に基づいて自営線を用いた電力の供給を行うこと。
- ※5. 企業が自らの事業の使用電力を100%再生エネルギーで賄うことを目指す国際的なイニシアティブのこと。
- ※6. CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storageの略で、大気中の二酸化炭素を回収・有効利用・貯留する技術の総称。

参考文献

- i 環境省「地方公共団体における2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況」<<https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html>> (最終アクセス2021年1月22日)
- ii 総務省「市町村規模ごとの数と人口の推移」【第1回 広域連携が困難な市町村における補完のあり方に関する研究会】資料7
- iii 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ2020年公開版(確報値:1990~2018年度)」
- iv 「地球温暖化対策計画」(2016年5月閣議決定)
- v 池本 玄、山下大樹「脱炭素化・防災など多様な価値を実現する地域マイクログリッドの実装」『スマートグリッド』第62巻第2号, 2021.1, p3-7
- vi むつざわスマートエナジー株式会社「台風15号の影響で町内および周辺地域が停電中、むつざわスマートウェルネスタウンに 電力と温水を供給しました」<https://mutsuzawa.de-power.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2019/09/pressrelease_20190912.pdf> (最終アクセス2021年1月22日)
- vii 北海道鹿追町「鹿追町自営線ネットワーク等を活用した再生可能エネルギーの最大導入・活用事業」<<https://www.town.shikaoi.lg.jp/kurashi/life/saienedounyuukatuyou/>> (最終アクセス2021年1月22日)