

都市分野のカーボンニュートラル実現に向けた施策と定量的評価に関する一考察



都市・住宅・地域政策
グループ
研究員
多田 神



都市・住宅・地域政策
グループ
首席研究員
沼尻 恵子



都市・住宅・地域政策
グループ
首席研究員
佐々木 正

1 はじめに

我が国では、2020年10月に「2050年カーボンニュートラル宣言」、2021年4月に「2030年度時点での温室効果ガス排出量を、2013年度比で46%削減」することが国際公約として掲げられ、脱炭素社会の実現に向けた取組が進められている。

我が国から生じるCO₂総排出量の内、都市生活および都市内での社会経済活動に起因する排出量が、我が国全体の約半数を占めている¹⁾とされており、都市の構造や市民生活に密接に結びつく部門の合計が大きなシェアを占めている。

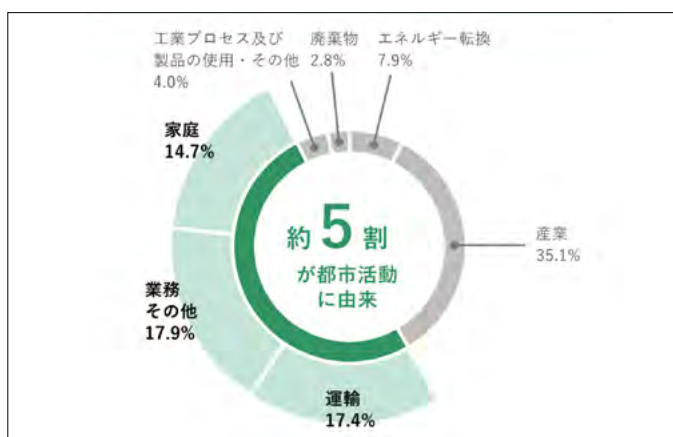


図1 二酸化炭素総排出量の内訳 (2021)²⁾

このため、脱炭素社会の実現に向けては、民生（業務・家庭）部門や運輸部門において、交通行動の転換、都市構造の見直し等を通じて、排出量を継続的かつ根本的に減らす取組が必要不可欠である。

本稿では、カーボンニュートラル（以下、CN）社会の実現に向けた都市分野における施策の展開状況を整理した上で、CNに資する施策に係る効果検証の手法やデータ整備上の問題点等を考察し、今後の方向性に関する提言を行う。

2 都市施策におけるCN推進の必要性和意義

2.1 都市施策が関与すべき領域の広範性

都市は、単に人口や建築物が密集しているだけでなく、人やモノ、エネルギーが高密度に集中して消費される場でもある。したがって、都市の空間的な在り方やインフラの配置そのものが地域全体のCO₂排出量に影響を与えるといった特徴を有する。こうした背景から、国土交通省都市局ではまちづくりGX（グリーントランスフォーメーション）に向けたメインスコープとして、①都市構造・移動、②街区・建築物、③緑・オープンスペースの3分野を設定²⁾し、施策を展開している（図2）。



図2 まちづくりGXイメージ図²⁾

2.2 従来施策の限界と分野横断的な都市施策の優位性

都市のCN化に向けた従来の取組としては、個別の住宅・建築物の省エネ性能の向上や、低炭素型の設備・材料の導入支援等がある。しかし、従来の施策を積み上げるだけでは、大幅なCO₂排出削減目標を達成することは難しい。個々の建築物の省エネ化や設備更新、個人の行動変容は一定の効果を有するが、それだけでは、都市機能の分散による長距離移動や自動車依存、街区単位でのエネルギーの面的利用の非効率といった、都市の

構造に由来する排出要因を十分に改善できないためである。

例えば、都市機能を拠点に集約し、これらを公共交通網で結ぶ「コンパクト・プラス・ネットワーク施策」は、交通部門の排出削減（移動距離の短縮等）に加え、建築・エネルギー部門の排出削減（集約された街区における面的なエネルギーの共同利用等）にも資する。このように、都市の空間配置を見直す都市施策は、人々の生活や産業活動に伴うエネルギー消費を抑制・効率化し、結果としてCO₂排出量の削減につながる。

したがって、都市分野におけるCNの実現には、都市施策の推進に当たり、CNの観点を組み込んだ複数の施策を組み合わせ、これまで以上に分野横断で展開することが重要である。

3 都市行政における CN の現状と課題

3.1 都市行政部局における取組の課題

都市が関与するCO₂排出削減のポテンシャルは極めて大きい、まちづくりとCN施策の連携が十分に進んでいるとはいえない。現に、自治体が策定する地球温暖化対策実行計画等の環境計画において、都市構造やまちづくりの視点が具体的に組み込まれているケースは限定的である。過去に自治体を対象に実施された都市行政におけるCNに向けた取組へのアンケート調査結果（2023年時点）からは、都市行政部局においてCNを目標やアクションとして位置付けている自治体が必ずしも多くないことや、取組体制が十分でない実態がうかがえる（図3）。

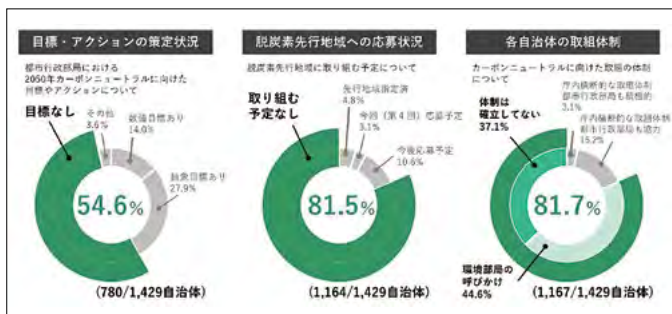


図3 自治体の都市行政におけるCNに向けた取組調査結果¹⁾

以上のエビデンスを踏まえると、自治体の都市行政部局においては、我が国の国際公約である「CN社会の実現」に資する施策の優先度を高め、かつ関係部局を横断して施策を具体化・実装できる体制をいかに構築するかが喫緊の課題である。

3.2 分野横断的施策に係る課題（効果検証（定量化））

前述のように分野横断的な都市施策の必要性が示されながらも、実際に先進的な取組を展開できている自治体はごく一部に留まっている。その背景・要因を整理するために、千葉大学松浦准教授の「CNマトリックス表」⁴⁾と、国土交通省都市局の「まちづくりGXのイメージ図」³⁾を組み合わせ、「都市・街区・個人×交通・建築・エネルギー・緑」のマトリックスを設定し、各自治体の事例を整理・分析した（表1）。

分析の結果、富山市や宇都宮市（都市構造の変革：コンパクト・プラス・ネットワーク施策等）、北九州市、横浜市、柏市（エネルギーの効率的利用等）等、脱炭素施策を推進する先進自治体では、人口減少や中心市街地の空洞化、少子高齢化、地域経済の衰退等の、複数の社会課題の同時解決（マルチベネフィット）を念頭に置いた施策を実施している傾向が確認された。

しかしながら、こうした成功事例が他自治体へ横展開されるケースは限定的である。その理由（ボトルネック）の一つとして、施策の実施によるCO₂削減効果を事前・事後に客観的に検証する「定量化手法の不足」が挙げられる。自治体が予算や人員を投じてCNに資する施策の実施を決断するには、利便性向上等の定性的な効果のみならず、政策レビューの観点を踏まえた「施策の実施によってどれだけCO₂が減るのか」という明確なエビデンスが求められる。定量的な効果検証の仕組みが確立されていないことが、多くの自治体が施策推進へ踏み出しづらい根本的な要因の一つになっていると考える。

表1 CNに資するまちづくり施策を進める自治体の概況

	交通	建築	エネルギー	緑
都市	公共交通機関の利用促進 富山市、宇都宮市、福岡市、岐阜市、京都市、小山市 都市構造の変革	都市のコンパクト化 熊本市、見附市、花巻市、真田市、飯塚市	再生可能エネルギーの創出 石狩市、吹田市、会津若松市、北九州市、小田原市	都市緑地の保全 横浜市、世田谷区、名古屋市、札幌市、福岡市
街区	・ウォークアブルの空間作り 姫路市、大原市、岡崎市、豊島区、出雲市、長崎県、札幌市、熊本市 ・モビリティハブ等の空間作り さいたま市、横浜市、堺市、武蔵野市、宇都宮市	環境に配慮した地区開発 柏市、藤沢市、北九州市、二セコ町、富山市、真庭市 エネルギーの効率的利用	エネルギーの面的利用 柏市、港区、中央区（東京都）、札幌市、横浜市、会津若松市	開発に合わせた緑地創出・遮熱対策 柏市、藤沢市、北九州市、二セコ町、富山市、真庭市
建築敷地個人	モビリティマネジメント、省エネ自動車の普及 富山市、豊田市、宇都宮市、さいたま市	建物の省エネ性能の向上 柏市、横浜市、北九州市、吹田市	再生可能エネルギーの導入 下川町、真庭市、小田原市、五島市、横浜市、会津若松市、所沢市、湖南省、生保村	屋上緑化・敷地内緑化・壁面緑化 東京23区、横浜市、大阪府、福岡市

4 都市施策の効果検証に係る現状と一考察

4.1 現状のデータ不足と代替指標による評価の限界

都市分野でのCNの取組をより効果的に進めるためには、都市から排出されたCO₂排出量の状況を定量化すること、また、取組後のモニタリングを通じて可視化し、目標の達成状況进行评估するPDCAサイクルの構築・運用を進めることが重要である。

現在、都市全体のCO₂排出量を把握するための支援ツールとして、国土交通省の「二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツール（CREST）」や、環境省の「地方公共団体実行計画支援サイト」等が存在する。これらはマクロな統計データを基にした将来予測や計画策定の支援が主である。そのため、街区レベルの都市開発や具体的な都市施策（コンパクト化、公共交通活性化等）が市民の行動変容を促し、結果としてどれだけのCO₂削減に繋がったか等の「ミクロかつ動的な効果」を把握するには不十分である。さらに、過去に遡って施策の効果を比較・検証するための実態データがほぼ存在しないのが実状である。

現に、コンパクト・プラス・ネットワークの先進都市とされる富山市において、公共交通施策の充実により市民にどのような移動行動の変容が起こり、それが環境負荷低減にどのように

結びついたのかを直接的に検証する十分なデータは数少ない。公共交通の利用者数、中心市街地人口、固定資産税収、あるいはおでかけ定期券の所有状況に応じた医療費の経年変化等の指標を用いて施策効果を示しているのが実状である。

4.2 短期的視点における簡便な定量化算定手法の提案

このように定量評価に必要なデータが不十分である現状を踏まえると、都市分野でのCNの取組を推進するための定量化評価へのアプローチは2つあると考える。1つは中長期的な視点でのデータ取得環境の整備である。もう1つは、短期的な視点から「いかに入手可能な限られたデータの中で、簡便に定量評価を行うか」といった、実践的手法の確立である。この内、本項では後者のアプローチとして、都市の集約化施策に伴う住宅、交通の2分野を対象に、簡便な定量化算定手法を提案する。

(1) 住宅分野：居住地集約（戸建から集合住宅への住み替え）に伴う居住時CO₂削減効果

断熱材の含有率が低い古い戸建住宅から、高エネルギー効率な集合住宅へ住み替えた場合、エネルギー消費量が減ることで、CO₂排出量は削減される（図4）。

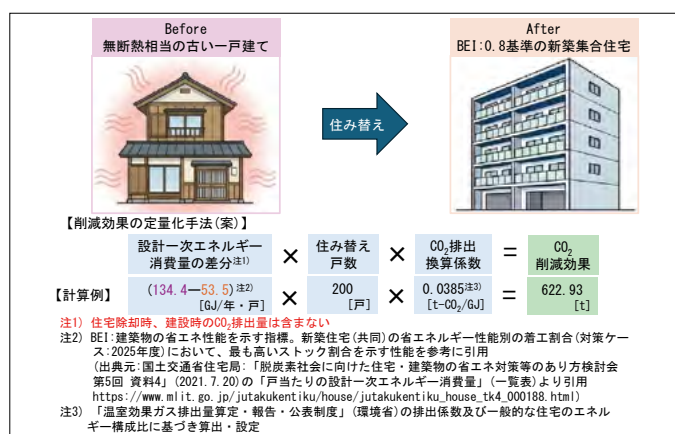


図4 戸建から集合住宅へ住み替えた場合の算定手法案①

(2) 交通分野：居住地集約に伴う移動時CO₂削減効果

中心市街地や公共交通沿線への住み替えにより、自家用車の依存度が低下し、移動距離が短縮される（図5）。



図5 戸建から集合住宅へ住み替えた場合の算定手法案②

4.3 簡便な定量化算定手法から見える課題と限界

前述の定量化算定手法案は、既存の限定的な統計値や設計値から簡便に効果を定量化・可視化できる点において、自治体での初期段階における政策立案や、機運醸成には有用であると認識する。一方で、実際の効果検証としての運用には、以下に示す実態との乖離が生じる。

(1) 住宅分野：実際のエネルギー消費量との乖離

住宅分野で用いられる「設計一次エネルギー消費量*」は、あくまで建築設計時の理論値である。そのため、住民の実際のライフスタイルや居住人数、家電の使用状況によって、実際のエネルギー消費量とは大きな乖離が生じる。また、地域の空き家状況や建物の年代といったストック情報が把握できていなければ実態に即した試算は難しく、集合住宅への住み替えがもたらす「面的な効率化（地域冷暖房等）」の相乗効果も、個別の設計値ベースでは適切に反映できない。

このように、理論値に依存した評価には限界があり、実態ベースでエネルギー消費量を把握するためには、個人ベース（各家庭）でのデータ取得が必要不可欠である。その具体的なアプローチとして、過去に福島県会津若松市で実施された実証実験⁴⁾が挙げられる。これは、賛同する家庭の分電盤にセンサーを設置し、消費電力のデータを直接収集する取組である。収集したデータを可視化し節電アドバイスを行うことで市民の行動変容を促し、結果として夏季の消費電力を3割弱削減している。

このような取組を進める際、個人情報保護の観点で踏まえた同意取得の壁等の課題は存在するが、実態に近い定量的な効果測定を実現するには、こうした個人ベースのデータ取得の仕組みをいかに広範囲に構築・展開できるかがポイントとなる。

※設計一次エネルギー消費量：建物の設計段階において、空調、換気、照明、給湯、家電等での消費エネルギーを、石油や石炭等の「一次エネルギー」に換算した予測値のこと

(2) 交通分野：定常的なトリップのみを対象としている

次に交通分野においては、図5で示した試算が主に「居住地から中心市街地・最寄り駅の往復」といった、通勤・通学時等を中心とした定常的なトリップ（移動行為）のみを前提としている点に課題がある。実際には、休日等において、中心市街地に住む人が、自家用車を用いて郊外の大規模商業施設へ移動するケース（非定常的なトリップ）が存在するが、このような実態も含めた全ての動的行動を図5で示した算定式で捉えることには限界がある。したがって、実態に即したデータ収集・整理の仕組みと、それに基づいた試算方法の確立が不可欠である。

具体的なアプローチとして、自動車のプローブデータや携帯の位置情報ビッグデータ等を用いてCO₂排出量をモニタリングするサービスの活用が挙げられる。現に、携帯位置情報からCO₂排出量を算出する際の標準規格（業界基準）として「Location-GXガイドライン」が（一社）LBMA Japanより公表されており、そのような資料も参考となると考えられる。

このように、民間データをいかに効率良く活用し、精度の高い効果検証の実現ができるかが鍵となる。

5 CN 社会実現に向けた今後の提案

5.1 官民連携情報プラットフォームと AI 技術の活用

精緻なエビデンスに基づく都市施策の立案や効果検証（PDCA）をするためには、自治体が保有する公共データ（都市計画・住民基本台帳等）や民間の動的データ（位置情報・プローブデータ等）を統合した即地的な情報プラットフォームの構築が不可欠である。我が国においても国土交通省を中心として、PLATEAU（プラトー）や xROAD（クロスロード）といった高度なデータプラットフォームの整備が進められているが、現状では分野横断的な連携・活用方策に向けた取組が道半ばである。

また、都市全体の CO₂ 排出量を正確に把握するためには、民間活動に伴う電力やガス等のエネルギー関連データの取得も必要となる。しかし、ガス分野のデータについては、小売の全面自由化に伴い、事業者にとって競争上の優位性をもたらす非公開情報として厳しく扱われるようになったため、データ入手が困難となっている。真に実態に即した効果検証を行うには、こうした実務的なデータ取得の制約をクリアする必要がある。

さらに、これらのデータ環境が十分に揃ったとしても、実際に都市施策を推進する自治体の担当者が容易に活用できる仕組みでなければ取組は進みにくい。今後に向けては、データの格納のみならず、AI 技術やビジネスインテリジェンス（BI）ツールを組み込み、データプラットフォーム上のビッグデータから都市の CO₂ 排出構造を自動で分析・シミュレーションできる環境（API 連携*機能の付与等）の構築が求められる。こうした DX の推進により、専門人員が不足する小規模な自治体であっても、簡易かつ精緻に自らの自治体の施策効果を算出できるようなシステムを実現することが望まれる。その際、CO₂ 排出係数等を更新する運用の仕組みを構築することも併せて重要である。

※ API（Application Programming Interface）連携：異なるソフトウェアやシステム間で機能やデータを共有する仕組み

5.2 ライフサイクル全体の視点を含めたトータル評価

都市施策は、数十年単位の長期にわたって計画し、実施していくものである。現状の都市分野における CO₂ 排出量の削減評価は、日々の生活や交通といった「現在の運用時」の排出量に着目したものが主流である。しかし、都市施策における CN 実現に向けては、時系列での変化や都市の再編成過程（建設・改修・更新・廃棄）を含めた「ライフサイクル CO₂」の視点を取り入れることが重要である。一例として、都市のコンパクト化は、長期的には都市構造の見直しにより運用時の CO₂ を大幅に削減できるポテンシャルを有する。一方で、都市のコンパクト化を実現するまでの古い街区のスクラップ・アンド・ビルドやインフラ再整備のプロセスでは、建物の資材製造や建設工事に伴い、一時的に大量の CO₂ を排出するというトレードオフが存在する。先行研究によれば、集約化に伴う都市の再編

成過程における CO₂ 排出量は、集約化を行わない場合と比較して一時的に約 1.13 倍に増加し、蓄積された累積排出量が「集約化しなかった場合」を下回って最小化（環境投資の回収）するまでに、最短で 14 年、条件によっては 37 ～ 80 年もの長い時間を要する⁵⁾ことが指摘されている。この事実は、都市施策の効果検証が「ある特定の 1 年間の運用データのみ」といった一断面の評価であってはならないことを示している。

このため、効果検証に当たり、施策を実施した場合（With）と現状のまま推移した場合（Without）の双方について、建設から運用、最終的な廃棄に至る時間軸に沿った「ライフサイクル全体のトータル排出量」の比較を行うべきである。短期的な数値目標の達成に捉われることなく、都市の更新周期を見据えた、長期的かつ多角的なモニタリング手法の確立が、都市施策が CN の実現に向けて果たすべき目標の担保に繋がると認識する。

5.3 さいごに

精緻なデータエビデンスに基づいて施策を推進し、効果検証（PDCA）を回していく仕組みは、都市分野を含め、官民問わず施策や取組の推進に必要なインフラである。特に、CN 社会の実現には、そのような観点は必要不可欠であると同時に、施策がもたらす快適性やレジリエンス、人々のウェルビーイング等の「定性的な視点」との融合が重要である。また、環境・交通・住宅等の個別施策を、都市施策の包括的な方針の下で統合的な施策パッケージとして再構築し、データに基づく効果検証とともに発信することは極めて重要である⁶⁾ほか、地域住民の合意形成やライフスタイルの転換を促す基盤となる。同時に、民間事業者における投資の予見可能性が高まり、結果として民間資金を呼び込む契機となろう。一般財団法人国土技術研究センター（JICE）は、多様な知見を集約できる強みを活かし、国や自治体、学術機関等と緊密に連携しながら、データ活用環境の整備から実効性の高いライフサイクル評価手法の確立まで、本仕組みの充実と社会実装に係る調査研究を進める所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局都市政策課都市環境政策室（当時）：都市行政におけるカーボンニュートラルに向けた取組事例集（第 2 版），2024.3
- 2) 国土交通省都市局：GX Creation Meeting 都市と緑とカーボンニュートラル×世界の都市政策の最前線 第 6 回 資料③，2025.3.14
- 3) 松浦健治郎：IBS Annual Report 研究活動報告 2024,p.41-46, 2024.9
- 4) 会津地域スマートシティ推進協議会：Smart City Aizu-Area, 総務省情報通信審議会情報通信技術分科会 IoT 政策部会 IoT 新時代における通信政策の在り方に関するタスクフォース（第 3 回）資料 3-4, 2016.12.5
- 5) 和田夏子，大野秀敏：都市のコンパクト化の CO₂ 排出量評価，日本建築学会環境系論文集 76 巻 668 号，2011.10
- 6) 国・地方脱炭素実現会議：地域脱炭素ロードマップ【概要】，2021.6.9