

カーボンニュートラル社会をリードする Net Zero の追求

あきもと たかし
芝浦工業大学 建築学部長・教授 秋元 孝之

1. はじめに

昨今、世界的な気候変動への対応や持続可能な社会の構築は極めて重要なテーマとなっている。建築設備分野は、人々の快適な生活環境を支えるだけでなく、エネルギー効率向上やカーボンニュートラルの実現においても中心的な役割を果たしている。“Net Zero”の実現には、運用時のみならず、建設・解体・サプライチェーン全体での温室効果ガスの削減が不可欠である。空気調和・衛生工学会では、「カーボンニュートラル社会をリードするNet Zeroの追求—空気調和・衛生工学分野の5つの提言—」を公表した。本稿では、気候変動問題解決のための課題を探るとともに、空気調和・衛生工学分野として取り組むべき課題と方向性を示したこの提言を紹介したい。

2. 気候変動問題の解決のための社会動向

地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて、2015年にパリ協定が採択され、世界共通の長期目標として、「世界的な平均気温上昇を工業化以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること（2℃目標）」、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成すること、等を合意した。その後、2021年秋に英国のグラスゴーで開催されたCOP26では、パリ協定の長期目標を強化して「世界の気温上昇を産業革命前と比べて1.5℃に抑える努力を追求する」ことになった。2023年末にアラブ首長国連邦のドバイで開催されたCOP28では、すべての国が「化石燃料からの脱却を進め、今後10年間で行動を加速させる」ことが合意され、また、2030年までに再生可能エネルギー発電容量を世界全体で3倍、エネルギー効率の世界平均2倍にする目標が掲げられている。

2050年のカーボンニュートラル達成には、建築分野での省エネ徹底と非化石エネルギーの拡充が求められる。日本国内の電気・熱配分後の二酸化炭素排出量（2021年度）は、産業部門からの排出が3億7,300万ト

ン（38%）と最も多い。住宅・建築物を利用することによる排出量は、業務その他部門で1億9,000万トン（19%）、家庭部門で1億5,600万トン（16%）に上り、これらを合わせると全体の約3分の1を占める。セメント・鉄鋼等の建築材料を含めると実に4割の排出量にもなるため、住宅・建築物の脱炭素化に向けた取り組みは極めて重要である。政府の方針に沿った具体的な対策として、第6次エネルギー基本計画（2021年10月）では、住宅及び小規模建築物の省エネルギー基準への適合を2025年度までに義務化すること、2030年度以降新築される住宅・建築物について、ZEB/ZEH基準の水準の省エネルギー性能の確保を目指し、誘導基準・住宅トップランナー基準を上げるとともに、省エネルギー基準の段階的な水準の引上げを遅くとも2030年度までに実施すること、2050年において設置が合理的な住宅・建築物には太陽光発電設備が設置されていることが一般的となることを目指し、これに至る2030年において新築戸建住宅の6割に太陽光発電設備が設置されることを目指すこと等が示されている。第7次エネルギー基本計画の原案（2024年12月）では、2040年度の電源構成は再生可能エネルギーが4～5割程度を主力電源として最大限導入され、原子力は2割程度、火力は3～4割程度となる見通しが示されている。また、地球温暖化対策推進本部の会合では、2050年にネットゼロ実現に向け、温室効果ガスを段階的に削減する新たな温室効果ガスの削減目標（NDC）を盛り込んだ地球温暖化対策計画案が示された。2013年度比で2035年度に60%、2040年度に73%削減を目指す。図1に新たな温室効果ガスの削減目標（NDC）を示す。

3. カーボンニュートラル化とその後の社会に向けた提言

2050年のカーボンニュートラル社会実現のためには、民生部門における建築・都市の徹底した省エネルギー化・脱炭素化の推進が鍵となっている。これから目指すべきは、ZEBを進化させた“Net Zero”の達成には、運用時のエネルギー削減だけでなく、建設時、解体時、そしてサプライチェーン全体での温室効果ガスの

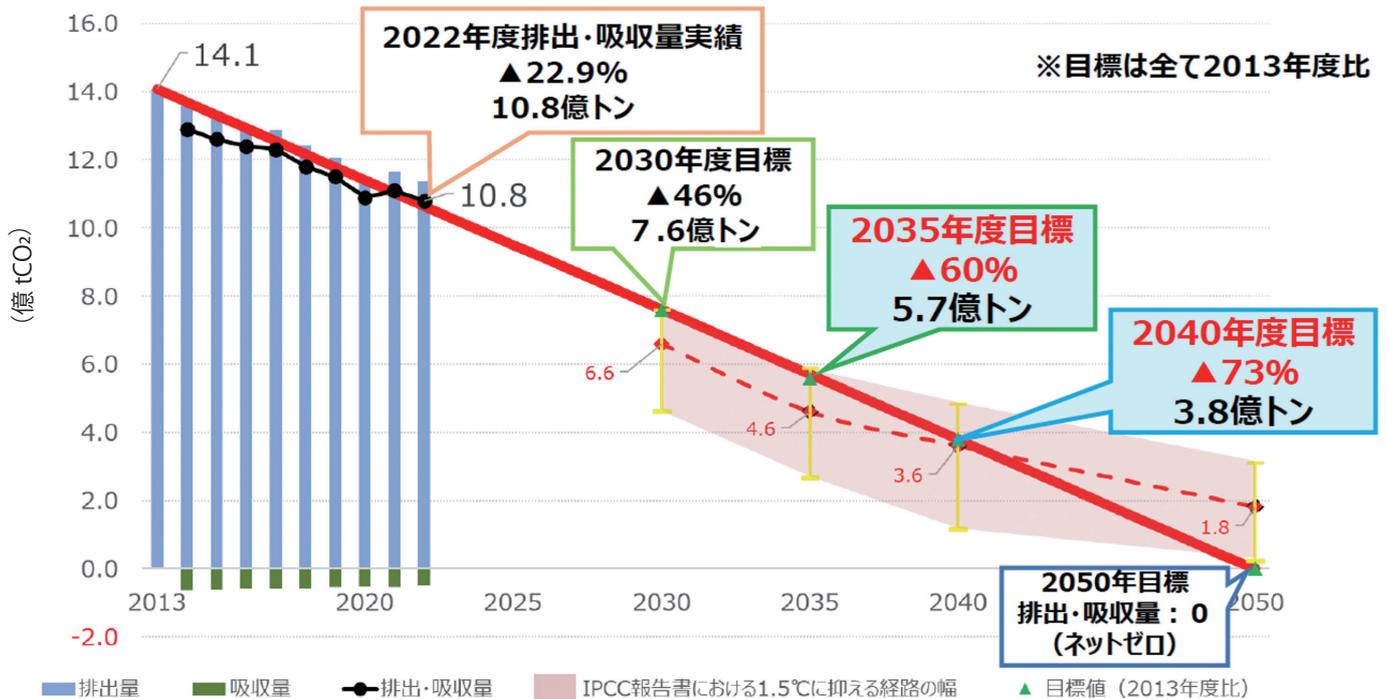


図1 新たな温室効果ガスの削減目標 (NDC)¹⁾

排出削減が不可欠である。空気調和・衛生工学会では、2024年9月2日に、カーボンニュートラル化とその後の社会に向けて5つの提言²⁾を行い、空気調和・

衛生工学分野として取り組むべき課題と方向性を示した。表1に5つの提言を示すとともに、以下にその概要を紹介する。

表1 空気調和・衛生工学会の5つの提言

<p>提言1 新築と既存のZEB / ZEHを究める</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 建築と高効率設備のシステムインテグレーション 2) 革新的な環境設計技術の追究 3) 脱炭素とQOLを両立するスマートマネジメント
<p>提言2 建築・都市とエネルギーインフラの需給連携を強化する</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 需要と供給の両面からのヒエラルキーアプローチ 2) 規模に応じたカーボンニュートラル都市デザイン
<p>提言3 設備のエンボディドカーボンを削減する</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) エンボディドカーボン評価方法の策定 2) 冷媒漏洩の現状把握と影響評価、対策検討 3) サーキュラーエコノミーへの取り組み
<p>提言4 適応策としてのウェルネスとレジリエンスを推進する</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 変化していく平常に対応したウェルネスの推進 2) マルチハザードに対する建築・設備によるレジリエンスの確保
<p>提言5 情報と教育の基盤としての学会活動を充実させる</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 他学協会との積極的な連携 2) 学会メディアを通じた活動成果の国内外への速やかな発信 3) 環境・設備分野の多様な人材の育成

3.1 新築と既存の ZEB / ZEH を 究める

【提言 1】

建築と高効率設備、ICT 利用による最適化制御などをインテグレートしてシステムを高度化し、ウェルネス・快適性・知的生産性を確保しながら外部からのエネルギー供給を最小化する。建物の ZEB / ZEH 化では、BIM やコンピューショナルデザインを用いて建築・設備を融合した環境設計技術を発展させる。空調分野の設計では、設計用気象データや室内環境グレードなど、考慮すべき設計条件を再考するとともに、来るべきカーボンニュートラル社会に対応した設計技術を確立する。建物での新たな脱炭素技術の適用を前提とした設備計画、さらにはセクターカップリング(電力・熱・交通など複数の部門を連携)対応など先鋭的な技術の導入に挑戦する。先進設備やエネルギー利用技術の導入促進のためにシミュレーション手法を活用し、運転実績や複雑な運転判断などの情報を反映し、高度なシステム設計技術を追求する。脱炭素に加え、ウェルネス・快適性・知的生産性、などの QOL (生活の質) のさらなる向上といった社会の多様なニーズに対応・協調するシステムを実現するために、IoT・AI 活用技術を発展させる。

3.2 建築・都市とエネルギー インフラの需給連携を強化する

【提言 2】

Net Zero 化に向けては、需要サイド(建築・都市)における省エネルギーの徹底を最優先とし、次に需要サイドでの再生可能エネルギー活用や CO₂ 回収・利用を推進し、最後に供給サイド(エネルギーインフラ)よりカーボンニュートラル化された電気・燃料・熱を調達するという優先順位で取り組むことが必要である。大多数を占める既存建物の改修による Net Zero 化においても、この優先順位は変わらない。空気調和・衛生工学分野においては、需要サイドと供給サイドが連携した Net Zero 化の推進が期待されている。蓄エネ技術(蓄熱・蓄電・水素貯蔵など)および設備機器の運転調整を活用したデマンドレスポンスや、セクターカップリングなどによる需給調整を推進することにより供給サイドでの太陽光発電・風力発電などの再生可能エネル

ギー利用の拡大・エネルギー自給率向上に貢献する。また、Net Zero 化に貢献する新技術の導入支援も大事である。大都市においては、大規模な建物が密集している。一方、オンサイトでの太陽光発電など再生可能エネルギーの設置が限定されるため、それに頼り過ぎない都市デザインが必須である。エネルギー密度の高さを生かし、複数の建物のエネルギー負荷特性に合わせて熱源などを高度に運用し、スケールメリットを生かせる地域冷暖房などのエネルギー面的利用の導入を推進する。

3.3 設備のエンボディドカーボンを 削減する

【提言 3】

企業の環境経営強化に伴い、建物の建材や設備の製造、施工、運用時の冷媒漏洩などに関連する CO₂ 換算排出量をエンボディドカーボンとして区別し、その評価と削減が求められてきている。また、設備では運用段階の排出量を含めたホールライフカーボンの評価が重要となる。中長期的には、個別の設備関連資材の製品環境宣言(EPD)への取り組みが必要であり、活性化を支援する。使用機器廃棄時の冷媒回収と保管や再利用の徹底は当然であるが、運用時の漏洩分を CO₂ 換算して温暖化影響を評価・認識し、漏洩防止にも取り組む必要がある。なお、設備分野では、冷媒漏洩による直接的な大気への影響に加え、漏洩した状態での能力低下による影響の評価も求められる。長期的には、低 GWP 冷媒や自然冷媒への移行、冷媒漏洩量の少ないシステムの開発などが必要である。単なる効率や省エネルギーの観点では古い建物は建て替えが選択される場合が多いが、サーキュラーエコノミーの観点では改修して使い続けるなどの選択枝も重要となる。建築設備の分野でも、エネルギーや空調機能における定額制を含む有償のサービス事業が始まっている。この仕組みでは主要設備が事業者所有となるため、最適化や長寿命化、リサイクルに比較的容易に取り組むことができる。

3.4 適応策としてのウェルネスと レジリエンスを推進する

【提言 4】

カーボンニュートラルの取り組みと、人のウェルネ

ス・快適性・知的生産性は両立させていかななくてはならない。世界気温の上昇シナリオに伴い、今世紀末には日本の年平均気温が約1.4~4.5℃上昇すると予測されている。温室効果ガスの排出を抑制する緩和策と共に、進行していく平常の変化に対応する適応策を推進していく必要がある。建築環境のノンエナジーベネフィット (NEB) に関する定量的評価手法を確立し、確保すべき温熱環境条件および空気質条件を明らかにしていく。その要件は一意に定まるのではなく、個人や働き方の多様性を反映させていく必要がある。気候変動の進行により、熱波、寒波、集中豪雨、集中豪雪、台風、パンデミックなどの頻度および規模が高まっていくと予想される。マルチハザードの発生を前提に、気象条件や設計の前提条件を見直す必要がある。建築の熱性能や設備技術が高度化すると、平常時からその性能を最大限発揮できる運用が重要になる。また、ZEB/ZEHやZWB (ゼロウォータービル) 技術は、災害時の自立性確保にも応用が可能である。異常気象に対応した立ち上げ時間や換気量などの運用条件を検討する必要がある。ヒューマンファクターを考慮し、平常時および非常時を想定した環境条件の許容範囲および設備の運用条件を明らかにしていくことが求められる。

3.5 情報と教育の基盤としての学会活動を充実させる

【提言5】

カーボンニュートラル社会実現のための迅速で適切な対応には、建築および設備に関連した国内学協会・海外学協会との積極的な連携が必要である。各学協会の得意とする分野や地域特性を踏まえた技術などの情報を共有し、共同研究などを通じて速やかな課題解決を図る。国・自治体などの公的な基準や企業の取り組みの方向性を正しく導くために行動する。また、空気調和・衛生設備の適切な運用方法などカーボンニュートラル社会に資する一般に向けた解説資料を適時公開する。少子高齢化により、空気調和・衛生工学分野を担う人材の確保および定着が課題となっている。多様な人材が働きやすい環境を確保するため、ICT、AI、ロボティクスなどの先進技術の積極的な導入を支援する。また、カーボンニュートラル社会を担う技術者の自己研鑽をサポートし、初級、中級などの能力に応じた講習会や講演会の充実を図る。資格制度の創設により、高い能力を

持った技術者・専門家を学会として認定する。若い世代のみならず、社会に広く、業界の役割と魅力を発信していく。

4. おわりに

カーボンニュートラル社会の実現に向け、建築設備業界には大きな期待が寄せられている。建築と設備の統合デザインによるエネルギー効率の最大化、IoT・AI活用による運用最適化、冷媒漏洩対策の強化、サーキュラーエコノミーの促進など、多面的な取り組みが求められる。また、都市単位でのエネルギーマネジメントやスマートシティとの連携による持続可能な社会構築も期待されている。政府の政策や国際的な気候変動対策の動向を踏まえ、技術革新を加速し、実効性のある施策を講じることが急務である。業界全体が一丸となり、省エネ・再エネ技術の進化と普及を推進し、持続可能な社会の実現に貢献することが求められている。

参考文献

- 1) 地球温暖化対策推進本部 (第52回)、令和6年12月27日 資料
- 2) 空気調和・衛生工学会 カーボンニュートラル社会実現に向けての学会方針検討委員会、カーボンニュートラル社会をリードする Net Zeroの追求 - 空気調和・衛生工学分野の5つの提言 -、2024.9.2

【用語集】

- NDC (nationally determined contribution) : 国が決定する貢献
- QOL (quality of life) : 生活の質
- EPD (environmental product declaration) : 製品環境宣言



プロフィール

秋元 孝之
(あきもと たかし)

(略歴)

1963年東京都生まれ。
1988年早稲田大学大学院理工学研究科建設工学専攻修了。
カリフォルニア大学バークレー校環境計画研究所に留学。
清水建設株式会社、関東学院大学工学部建築学科を経て、
現在、芝浦工業大学 建築学部長・教授。空気調和・衛生工学会会長。