

1 作成の背景

日本で消費される一次エネルギーの約6割が、電力や動力、熱などに変換されて利用される過程で未利用の熱エネルギーとして廃棄されている。現在の技術や社会システムの下で二酸化炭素排出の大幅な削減が期待できる部門は限られている中で、産業部門だけで0.3兆kWhの廃熱があると見積もられ、廃熱量の低減や未利用熱の活用はカーボンニュートラル達成に貢献する高いポテンシャルを持っている。

熱エネルギー有効利用を拡大するためには、熱の発生と利用についてのデータに基づいた戦略的な技術開発や政策的支援の提案などと並んで、熱エネルギー有効利用拡大の可能性とそれによってもたらされるメリットを可視化して市民に示し、将来の持続可能な熱利用社会の姿を共有することが重要である。本分科会では、市民や政策決定者と科学者、技術者の間で双方向の意見交換を行う場として、2016年以降、様々な分科会と連携して6回の公開シンポジウムを開催し、社会の要請に合致した熱利用推進のための課題を検討してきた。その中での議論も踏まえ、熱エネルギーの現状と将来の持続可能な熱利用社会の姿を示すことがカーボンニュートラル実現に向けた熱利用拡大への一助になると考え、本見解をまとめた。

2 現状及び問題点

熱エネルギーが大量に廃棄されている現状は、安価な化石燃料による熱生成に比して、排熱や未利用熱を用いる際に必要となる熱の回収・貯蔵・輸送に要するコスト、利便性の低さ、熱を循環させる熱導管のようなインフラの整備、熱利用に必要な改質技術の進展が十分でなかったことに多くを帰することができる。日本では、熱利用のためのインフラや熱需給データの整備が、熱利用の先進国である欧州諸国に比べて遅れている。一方、蓄熱・熱輸送技術、ヒートポンプ技術については、世界的にも高い水準にある。日本の技術の強みを活かすと共に、インフラの未整備を補うために生まれたオフライン熱輸送のような独自の技術を将来の生産と消費のあり方と結合させて社会実装を進めることが課題である。

熱利用の形態としては、従来の熱を回収してそのまま熱として使うだけでなく、余剰の再生可能エネルギー電力を熱として蓄え必要に応じて再び電気に変換する蓄熱発電のように、再生可能エネルギー大量導入時代の蓄エネルギー手段としても実用化に向けた取組が主として欧米で進んでいる。蓄電池など他の蓄電技術よりも比較的長時間の蓄エネルギーが可能で安価であるという利点を活かして蓄電技術の幅を広げる技術である。要素技術としては完成されているので、実証試験など日本においても実用へ向けた動きを加速する必要がある。

近年では、地域内で熱を融通し合う熱の地産地消社会、発生した熱の利用を考えるのではなく未利用になる熱を出さない生産プロセスのような、技術だけでなく生産や消費のシステムから見直して、カーボンニュートラル時代の熱エネルギー有効利用を模索する提案がなされている。

3 見解の内容

熱エネルギー利用は、技術にとどまらない、ものづくりや未来の社会のあり方にも係る問題である。本見解では、多様な分野の知見を統合しうる日本学術会議の場において、社会実装に資する中立的な論点整理を行い、技術、社会、生産システムなど多様な視点を考慮し、現状とカーボンニュートラル時代の熱利用の姿と、それを達成するための課題を示した。熱エネルギー利用の推進による、脱炭素社会への移行の可能性を示すことを目的としている。

(1) 将来の熱エネルギー利用

カーボンニュートラル時代においては、国民の生活の質を充足性やウェルビーイングも踏まえて評価する価値観への転換により、必要以上の高・低温熱を使わない適温適所熱利用や産業・民生の統合設計が、新たな社会的価値を生む大きな可能性がある。将来的なエネルギー価格の上昇が想定される中、未利用熱の活用は費用負担面において優位性を持ち、持続可能な社会を支える基盤となる可能性を秘めている。

課題としては、効率や経済性のみを優先してきた従来の価値基準を社会全体で再定義し、新しい価値観への転換を促すことが求められる。また、現行の法制度には熱エネルギーの広域利用や融通を想定していない規制が多く残されており、カーボンニュートラル時代に即した抜本的な法改正や制度設計を並行して進めることが不可欠である。

(2) カーボンニュートラル時代のものづくり・消費を想定した熱利用の設計

循環型の生産・消費プロセスへの移行に伴い、従来は廃棄されていた低温排熱をリサイクルやバイオマスの乾燥工程へ活用できる可能性が拡大する。また、蓄熱発電は再生可能エネルギーの導入を促進し、産業用ヒートポンプは熱需要の電化を通じて新たな産業を創出し得る技術であり、カーボンニュートラル時代のものづくりに不可欠な選択肢となり得る。

一方で、これらの新技術を社会に普及させるためには、技術的な成熟だけでなく、日本独自の産業構造に合わせた経済性や成立性を客観的に評価することが課題である。また、需要側の変容を促すために、経済的インセンティブや行動経済学的な視点を取り入れた施策を検討し、企業の投資判断や人々のライフスタイルに働きかけていく必要がある。

(3) 地域コミュニティと共創する熱エネルギー利用システム

熱の地産地消は、地域の特性に応じた多様なエネルギー源を収穫・融通する形態として、人口減少が進む地方の縮小共同体におけるエネルギー自立を支える大きな可能性がある。特に日本で発案・発達してきたオフライン熱輸送技術は、膨大なインフラ投資を

伴わずに柔軟なセクターカップリング¹を実現し、地域内での資金循環を促す可能性を持っている。

課題は、熱輸送に関わる設備コストや人件費などの高コスト構造を解消し、投資回収期間を短縮するための技術革新と公的支援を両立させることである。技術的な成熟度のみならず、事業性や社会受容性を含めた多角的な社会的実証の場を多数設定し、地域が主体となってシステムを運用・進化させ続けられる土台を構築することが急務である。

(4) カーボンニュートラルへの動きの加速がもたらす価値観の転換と熱エネルギー利用

金融・貿易分野における脱炭素評価の加速は、熱エネルギーの有効利用を企業の生存と競争力の源泉へと押し上げる強力な追い風となる可能性がある。科学的根拠に基づく目標設定の普及は、サプライチェーン全体での熱マネジメント高度化を促し、日本企業の国際的なプレゼンスを高める機会となる。

これらの動向を確実に競争力へと繋げるためには、化石燃料への支援策の見直しや実効性のあるカーボンプライス導入など、脱炭素投資を正当化する制度的枠組みの整備が課題である。また、特定の技術に過度に依存するのではなく、国際情勢や技術開発の進展に応じて代替シナリオを柔軟に評価できる、強靱で透明性の高い移行計画の策定が求められる。

¹ 電力、熱、運輸、産業などの異なるエネルギー部門を相互に連携させ、エネルギーの変換や融通を行う考え方。