

新任教員紹介

建築学科・特任教授・山川智

略歴

1993.03 早稲田大学理工学部建築学科 卒業
1995.03 早稲田大学大学院理工学研究科建設工学専攻 修了
1995.04-2021.03 東京電力株式会社
(2016.04 より HD 制移行に伴い東京電力ホールディングス株式会社)
2019.04-2020.09 芝浦工業大学大学院理工学研究科地域環境システム専攻博士課程・博士 (工学)
2021.04- (現在に至る)



担当科目

建築設備、建築設備計画、建築設備設計演習、建築環境工学・演習、入門ゼミナール、卒業研究、卒業論文・卒業設計、建築設備システム設計特論・同演習、空調システム計画特論

研究活動内容

河川水の再生可能エネルギー熱を面的に利用する熱源水ネットワークに関する研究

1. はじめに

4月22日、40以上の国や地域の首脳が参加した気候変動サミットがオンラインで開催された。2030年の温室効果ガスの排出削減目標について、EUと米国はそれぞれ55%、50～52%削減することを表明し、日本も46%削減を表明した。これにより世界の主要国は、2050年のカーボンニュートラルに向けたマイルストーンとして、2030年までに温室効果ガスを半減するという目標を共有した。

日本は従来の26%より46%へと大幅に上方修正したが、意欲的な目標設定の一方で懸念されるのが、削減に向けた具体策が乏しいことである。特に再生可能エネルギー（以下、再エネ）への期待が大きいものの、実現可能な方策が十分に示されているとは言えない。とりわけ熱分野の再エネ（以下、再エネ熱）については、我が国のエネルギー需要の約75%を熱分野が占めるにも関わらず、導入実績の把握も定量的な導入計画の立案も未だ行われていない。

そこでEUにおいて太陽光発電と同程度の再エネ量の実績を持つヒートポンプに着眼し、ヒートポンプによって供給される再エネ熱について、定量評価手法を提案し、国内の再エネ量を試算した。そして河川水の再エネ熱を面的に利用する熱源水ネットワーク（以下、熱源水NW）について検討を行った結果を以下に概説する。

2. 研究の概要

2・1 ヒートポンプが供給する再エネ熱の定量評価

大気や河川水の熱など、自然界の熱は「エネルギー供給

構造高度化法」(2009年)により再エネと定義された。そして「エネルギー基本計画」(2018年)において「再生可能エネルギー熱の導入拡大を目指す」と指針が示されたが、導入実績の把握方法も数値目標も未だに設定されていない。しかし国内エネルギー需要の約75%を熱分野が占める現状を勘案すると、実績把握と導入計画の立案が緊要と考える。

本研究では空調設備の高効率化および熱分野における再エネの普及拡大を図るため、再エネ熱を利用したヒートポンプに着眼した。ヒートポンプのエネルギーフローの概念図をFig. 1に示す。

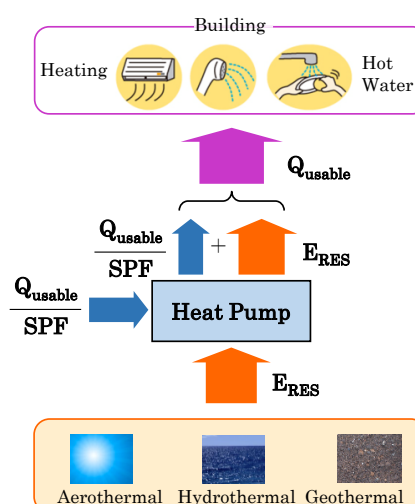


Fig. 1 Schematic diagram of energy flow in a heat pump (during heat generation).

そして 2013 年に EU 委員会が採択した「ヒートポンプからの再生可能エネルギーの計算に関するガイドライン」を参考に、国内における定量評価手法として式(1)を提案した。

$$E_{RES} = Q_{usable} \times (1 - 1 / SPF) \quad \dots (1)$$

E_{RES} : ヒートポンプによって供給される再生エネルギー [kWh]

Q_{usable} : ヒートポンプによって供給される推定合計熱量 [kWh]

SPF : 推定平均季節性能係数 [—] (すべて温熱製造時)

そして国内の民生部門、産業部門、農業部門の建物で使われているヒートポンプにより供給された再生エネルギーの概算方法を検討し、政府や学協会の統計データや熱負荷原単位等を用いて、2013 年度(温室効果ガス削減目標の基準年)の再生エネルギーの概算を行った。その結果、大気を採熱源としてヒートポンプが温熱製造時に供給する再生エネルギーの合計は 439.4PJ/年となった。これは既の実績把握されている水力発電等の再生エネルギーの約 36.1%に相当することを確認した。

2・2 河川水の再生エネルギーを利用した熱源水 NW

既成市街地への再生エネルギーの面的な普及を目指し、熱源水 NW に着目した。熱源水 NW とは、従来の地域冷暖房方式 (Fig. 2 参照) とは異なり、河川水等の採熱源と需要家建物とを 2 管式または 4 管式の地域導管(熱源水導管)で繋ぎ、熱源水を供給する方式である。ヒートポンプ等の熱製造設備は個々の需要家建物に設置するため、建物の新築・建替え等が個々に行われる既成市街地における需要の増減に柔軟に対応できると考えられる。また熱源水を供給するため、個別分散空調(水冷式)に対しても面的対策が可能となる。

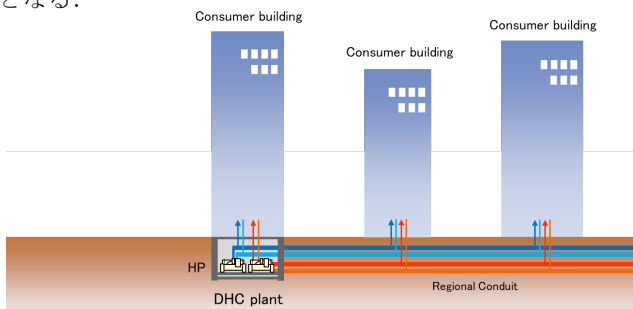


Fig. 2 Diagram of general DHC.

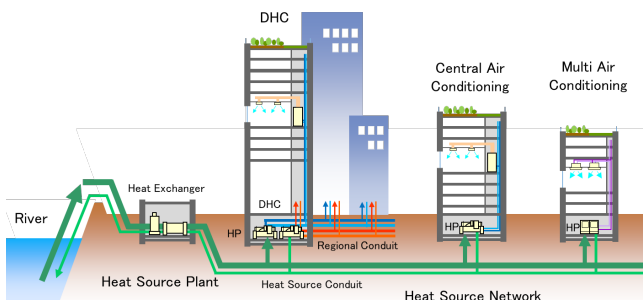


Fig. 3 Diagram of heat source NW utilizing RE of river.

そこで河川水の再生エネルギーを利用する熱源水 NW を既成市街地へ導入したモデルスタディを行い、効率向上効果について検証した。河川水の再生エネルギーを利用する熱源水 NW のシステム概念図を Fig. 3 に示す。

実際の既成市街地には様々な空調熱源方式、用途、規模の建物が混在する。そのためモデルスタディにあたり、東京湾岸の河川に面した約 1.1k m²の地区をモデルに、空調熱源方式は DHC、中央熱源空調、個別分散空調が、建物用途は事務所、商業、ホテル、病院、複合用途が、建物規模は 9,700~46,000 m²が混在する 7 棟・1 地区を対象とした。そして河川水の再生エネルギーを利用する熱源水 NW についてシミュレーションを行い、従来システムとの比較を行った。その結果、モデルスタディを行ったすべての空調熱源方式、建物用途、建物規模において、熱供給システム効率が向上した。モデル地区全体では、河川水の再生エネルギーを利用した熱源水 NW の導入により、熱供給システム効率が約 8.0% 向上することを確認した。

3. 今後の展望

地域冷暖房は、カーボンニュートラル実現に向けた都市インフラとして期待を集めている。しかし、大規模開発の減少等により地区数は 1990 年代をピークに減少傾向にある。そのため、既成市街地の新築、建替え等による熱需要の増減に対応しやすい地域冷暖房システムとして熱源水 NW を提案した。

熱源水 NW の整備により、自治体等の事業者が河川水や海水の再生エネルギーや、清掃工場、下水等の未利用エネルギーを熱源水 NW に供給し、また民間事業者もデータセンターや工場等の未利用エネルギーを供給することができるようになる。そして個別の需要家や地域冷暖房事業者等が、熱源水を利用して冷暖房等を行い、さらに太陽光発電の余剰電力を活用して製造した熱など、地域に賦存する再生エネルギーや未利用エネルギーを広く共用、活用することが可能になると考えられる。

2022 年 4 月、本学に建築都市学部が誕生する。建築設備と都市設備の垣根を超え、“建築都市設備”として一体的に解決するための研究に取り組みたいと考えている。来たるカーボンニュートラルの時代に、低炭素型の建築都市設備の開発、普及への一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 山川智他: ヒートポンプによって供給される再生可能エネルギー量に関する研究 EU の算定方法に基づく大気熱からの再生可能の概算, 日本建築学会環境系論文集, 85 (776), pp. 733-743 (2020).
- 2) 山川智他: 既成市街地の低炭素化に寄与する再生可能エネルギーインフラに関する研究 ―河川水熱を利用した熱源水ネットワークのモデルスタディ―, 日本都市計画学会都市計画論文集, 53 (3), pp. 965-971 (2018).