

カーボンニュートラル時代への熱エネルギー利用～革新技術と社会実装～

(ファンクショナル・フルイッド) ○藤岡 恵子

Thermal Energy toward Carbon Neutrality (*Functional Fluids Ltd.*)

Keywords : Carbon neutrality, effective use of thermal energy, heat storage and heat transport technology, unused heat, waste heat

In Japan, less than 30% of final energy consumption is used directly as electricity, and the remaining 70% is used for heat generation using fossil fuels. In order to use the waste or unused heat, it is essential to develop highly efficient heat recovery, storage, transport and conversion technologies in order to bridge the temporal and spatial mismatches between the heat source and the heat demand. The heat storage technologies are progressing in step with the accelerating movement towards carbon neutrality. In the case of latent heat storage materials, which store heat by using the phase change of materials, the heat storage density has been increased, the temperature range has been expanded, and the formability and heat transfer performance have been improved by combining organic and inorganic materials and metals. The practical application of latent heat storage materials, which can store heat for long periods, is expected to greatly promote the use of thermal energy, along with technologies that are effective for acquiring thermal supply and demand data and improving thermal management, such as the GIS (Geographic Information System) and IoT technologies that have become more mature.

Conventional methods of heat transport are online transportation using heat pipes, such as heat sharing within factories or industrial complexes, and district heating. The introduction of “offline transport”, which has not yet been implemented in society but is progressing in demonstration tests, will add new value to heat use. In addition, thermal storage power generation, which stores electricity from unstable sources such as solar and wind power as heat and generates electricity from that heat when needed, can increase the amount of electricity generated beyond the constraints of the power transmission infrastructure, and it is also expected to promote the introduction of renewable energy as a technology for leveling out the output of variable power sources and improving resilience. These are technologies that have become possible only in the era toward carbon neutrality. In my talk, the future vision of heat utilizing society, and current situation and issues for technology and social implementation of thermal energy will be presented.

日本の最終エネルギー消費のうち直接的な電力としての利用は 30%以下で、残りの 70%以上が化石燃料を用いた熱利用であり、全体として投入された一次エネルギーの 6 割以上が最終的に熱として廃棄されている。未利用の熱を有効利用するには、発生する熱と利用側の時間的・空間的不一致や温度域の相違を繋げるための熱エネルギーの回収、貯蔵、輸送、変換技術の高効率化が不可欠ある(図 1)。そのために必要な蓄熱技術には、カーボンニュートラルへ向けた動きが加速する中で進展がみられる。材料の相変化を利用して熱を蓄える潜熱蓄熱材では、有機・無機材料、金属などを複合化して、蓄熱密度の増大、適応温度の拡大(氷点下から 600℃以上の温度帯)、成

形性・伝熱性能の向上が達成された。蓄熱密度は $1800 \sim 200 \text{ MJ/m}^3$ に達し*、水素の燃焼エンタルピー（15MPa に圧縮した場合） 1908 MJ/m^3 と同等の値を持つ。放熱なく長期間蓄熱できる潜熱蓄熱材の実用化は、成熟度を高めてきたGIS(地理情報システム)やIoT技術のような熱需給データ取得や熱マネジメント高度化に有効な技術と共に、熱の発生と利用の時間的・空間的不一致の制約を低減させ熱エネルギー利用を大きく進展させると期待できる。

従来の熱輸送の形態は、工場内やコンビナート内での熱融通、地域熱供給など、熱導管を用いたオンライン輸送が中心だった。未だ社会実装に至っていないが実証試験の進んでいる「オフライン輸送（トラックや鉄道、船など移動体に蓄熱材を積載して輸送する）」を効果的に用いた生産と消費のシステムの導入は熱利用に新しい価値を付与する。また、出力が安定ではない太陽光や風力などの電力を熱として蓄え必要時にその熱で発電する蓄熱発電は、送電インフラの制約を超えて発電量を増大させることを可能にし、変動電源の出力平準化・レジリエンス向上技術として再生可能エネルギー導入を促進する効果も期待できる。これらは、カーボンニュートラル時代であればこそ実現可能になった技術である。本報告では、将来の熱利用社会の姿、熱エネルギー技術と社会実装の現状と課題について述べる。

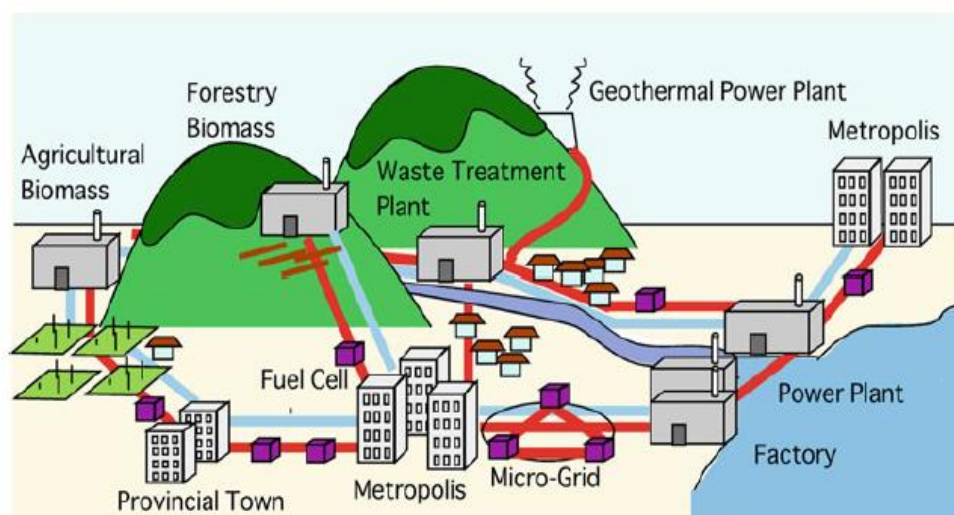


図1 蓄熱材を用いたサーマルグリッド、熱輸送システム¹⁾

1) Y. Kato *et al.* “Energy Technology Roadmaps of Japan”, Springer (2016)

* 潜熱に加えて 300K 分の顕熱量を考慮して算出した材料ベースの蓄熱密度