

「地中熱の普及拡大 中長期ロードマップ」
の改定について

2024年6月

特定非営利活動法人地中熱利用促進協会

理事長 笹田政克

1. はじめに

地中熱は地表近くにある再生可能エネルギーで、国内のどこでも利用できる。市街地に限ってみても膨大な量の導入ポテンシャルがあるが、まだそのほとんどが未利用のままである。欧米諸国では1970年代の石油危機以降に石油代替エネルギーとして地中熱の利用が始まったが、日本でエネルギー政策に地中熱が取り上げられたのは、2010年のエネルギー基本計画（第3次）が初めてである。その後はエネルギー政策のほか、環境政策、住宅・建築物の政策に取り上げられ、導入支援の補助金に後押しされて地中熱ヒートポンプの設置件数・設備容量は毎年着実に伸びてきた。地中熱利用の普及活動を進めてきている地中熱利用促進協会では、地中熱ヒートポンプの普及拡大を中長期的な視点から検討し、2017年にロードマップを公表した。その後わが国では2050年カーボンニュートラルの目標が出されたので、それに合わせてこの度ロードマップの改定を行った。

2. 改定の経緯

2017年に公表した中長期ロードマップでは、「2030年代の地中熱のあるべき姿」を示している。このロードマップでは、国が2015年の長期エネルギー需給見通しで検討した再生可能エネルギーの熱利用についての1341万kL（原油換算）の10%にあたる134万kL（原油換算）を地中熱で賄うことを2030年代に実現すべき目標にした。

気候変動の国際的枠組みとして2015年にパリ協定が締結されたが、わが国でも2020年に脱炭素宣言がなされ、2030年までの温室効果ガス削減目標と、2050年までにカーボンニュートラルな社会を実現することが国際公約となった。当協会はこの状況に変化に対応して、2017年に作成したロードマップの見直しを行い、新たな地中熱の普及戦略を議論し、ロードマップ改定版を作成した。改定するにあたり、2017年にロードマップに掲げた「2030年代の地中熱のあるべき姿」はチャレンジングな高い目標であったので、目標となる数字134万kL（51PJ）は変更せず、実現すべき時期を2030年代ではなく2050年とし、目標到達に至る道筋と目標実現に向けて対応すべき課題を整理した。

3. ロードマップ改定版の概要

地中熱ヒートポンプは冷暖房、給湯、融雪のほかプールや温泉の加温、施設園芸、工場での冷温水など多方面で利用されている。地中熱ヒートポンプは、従来型の設備に比べて省エネ性が高く、CO2排出量の削減効果が大きいことから、カーボンニュートラルな社会実現に向けて将来性の高い再生可能エネルギーである。このロードマップ改定版では、このような地中熱利用の優れた特性を生かして普及を進めることができるように、2050年に向けての活動の道筋を描いている。

この度の改定版は、大きく3つの部分から構成されている。1つ目が2017年に公表したロードマップの範囲を2050年まで広げ、主要な課題を政策と協会活動との関連で描いた全体図である。2つ目は2050年に至る道筋について、ベース、ベスト、ドリームの3つのシナリオで説明したものであり、これは日本地熱学会で作成したシナリオと整合性をとっている。そして3つ目が地中熱利用の利用拡大に向けて対応すべき普及課題と、それに対する協会の取組についてであり、当協会の部会活動と対応している。

4. ロードマップ改定版が示す普及活動の方向性

「地中熱の普及拡大中長期ロードマップ改定版」（第1図）は、2050年に向けての地中熱利用促進協会の活動の方向性について、地中熱の普及課題とそれに関連する政策と協会活動を示したもので、ここではこれを略してロードマップ改定版と呼ぶ。このロードマップ改定版の様式は、2017年のロードマップの様式を踏襲しており、2017年版では時間軸の目盛りが2030年代までだったものを、今回は2050年まで延長した。

ロードマップ改定版では縦軸側に国と自治体の政策を、横軸側に地中熱利用促進協会と地域団体の活動を配置し、それらが関連しながら普及課題への対応できるように、中央に地中熱ヒートポンプの普及拡大の流れを表現した。それぞれについてキーワードを用いて表現し、2050年の目標を記載してある（第1図）。

ている。一方、総体としてのエネルギー需要の大きい集合住宅の ZEH (ZEH-M) では、先進的な建物で共用部分での地中熱利用が始まっており、今後住居部分も含め地中熱の利用拡大の可能性が大きい。

ロードマップ改定版では、2030 年以降は前述の 2 つの政策の延長としての地中熱利用の拡大のほか、地中熱利用の大規模化を想定している。そのうちの 하나가地中熱の面的利用で、これは 2024 年度から 28 年度までの 5 年間実施される NEDO の技術開発プロジェクトの成果の社会実装に対応したものとなっている。具体的には地域熱供給での地中熱利用を想定しており、欧州ですでに稼働している第 5 世代の地域熱供給が 2030 年代の日本でも現実のものとなっている可能性がある。また、住宅との関係では欧米や中国に見られるような集合住宅への地中熱の導入が進むものと考えている。2030 年以降の地中熱利用では利用分野の拡大も想定している。これまでの地中熱利用は住宅・建築物が主な導入対象であったが、2024 年時点では農業分野での利用が拡大しているほか、新規分野として養殖漁業、畜産業のほか、醸造業・発酵業を含む食品工業での地中熱利用拡大の可能性もある。これらについてはまだ調査段階であるが、30 年に向けてパイロット施設を作り、30 年代以降は本格的に普及拡大に取り組む。

これらのほか、地中熱利用の市場創出が期待できる政策として、地下水規制緩和と再エネ熱の導入義務化がある。地下水揚水規制は国のビル用水法、工業用水法と自治体の条例によるもので、地盤沈下と地下水障害の防止を目的にしている。これらの法律および条例により地中熱利用のうちオープンループが大きな制約を受けている。特にビル用水法がある東京圏及び大阪圏においては、新規に井戸を創設するオープンループは実質的にできない状況にあるが、大阪市は 2018 年から国家戦略特区を用いて、汲み上げた地下水を熱利用した後全量を同じ帯水層に戻す帯水層蓄熱という地中熱利用を限定的ではあるが実施可能な状況にし、現在その拡大に向けた取組を進めている。地盤沈下と地下水障害を起こさない帯水層蓄熱の技術が、用水 2 法の規制緩和で導入可能な状況になれば、オランダのようにオープンループの地中熱利用が飛躍的に拡大するものを予想される。

再エネ熱導入義務化の政策は、地下水規制緩和同様に地中熱利用の市場創出に大きなインパクトがある。ドイツで実施された再エネ熱法、韓国の公共施設における再エネの導入義務化は、ともに地中熱利用がその対象に含まれていたため、地中熱の利用拡大に大きな役割を果たした。わが国の場合は、2021 年に閣議決定された地球温暖化対策の政府実行計画において「地中熱、バイオマス熱、太陽熱等の再生可能エネルギー熱を使用する冷暖房設備や給湯設備等を可能な限り幅広く導入する」と書かれており、国が先行した形になっているが、自治体においても同様の取組を進めていただきたい。さらにこれらの実績を積み上げていく中で、民間の建築物・住宅においても再エネ熱が可能な限り導入できる仕組みができると、地中熱利用が大きく進む。

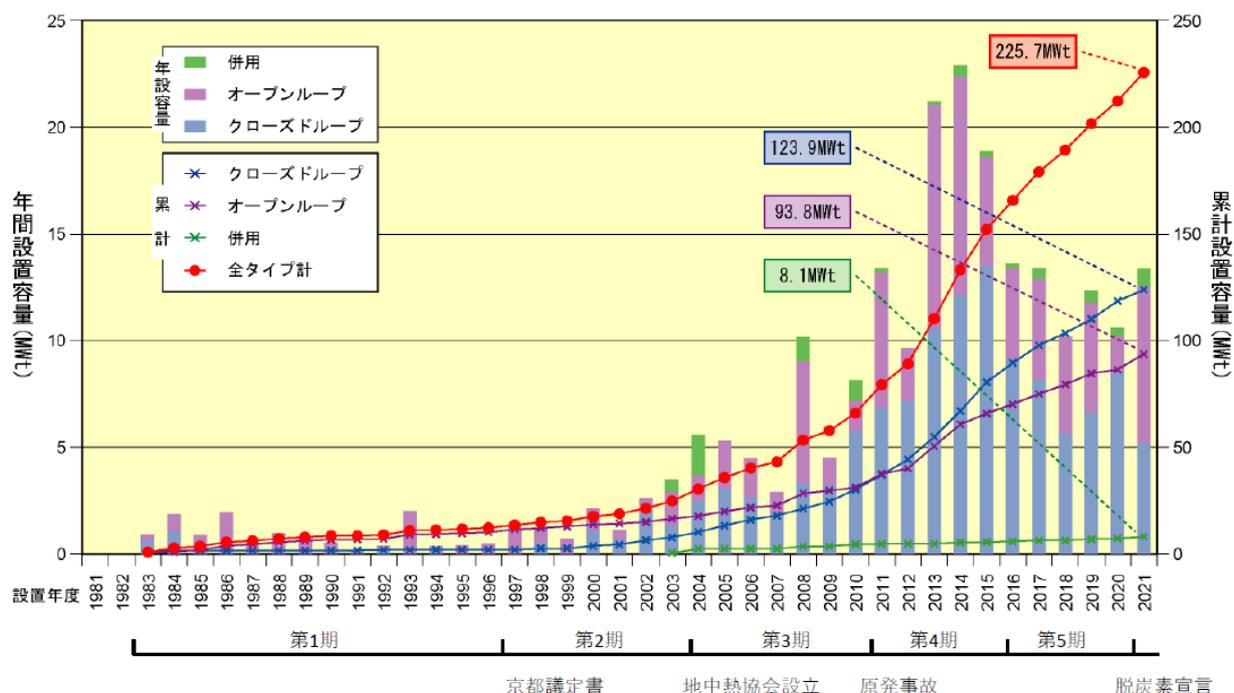
市場創出に関しては、上記 2 つ政策のほか、エネルギー全体の動向に関連して、変動型再エネ余剰電力の蓄エネの方法として、帯水層蓄熱 (ATES) とボアホール蓄熱 (BTES) が、今後注目される技術となる可能性が大きい。これらについて、2020 年代は技術開発により基礎を固める段階にあり、経済性が確保できれば、大規模な蓄熱施設に地中熱が利用される可能性がある。また、今後 AI の利用拡大によるサーバーの冷却などで大きな熱需要が創出される可能性がある。これらの課題については、ロードマップにはまだ記載していないが、現実性が出てきた段階で加筆すべき項目と考えている。

5. 3つのシナリオ

地中熱ヒートポンプの導入状況については、2010 年以降は隔年で環境省による調査が行われているので、過去の普及状況も把握できており、導入状況の変化について分析することが可能である。今回のシナリオの作成にあたっては、環境省の調査 (環境省、2023) による地中熱ヒートポンプの設備容量の推移のデータを活用した。

第 2 図に示した設備容量の推移に注目すると、クローズドループ・オープンループ・併用を合わせた全タイプの累計を示す折れ線グラフにいくつかの変化点が認められ、それらにはエネルギー・環境関係のできごとである京都議定書 (1997 年)、地中熱利用促進協会設立 (2004 年)、福島第一原発事故 (2011 年)、2050 年脱炭素宣言 (2020 年) に対応しているように見える。ここではこれらの出来事等を考慮して、地

中熱ヒートポンプの普及段階を下記に示す6時期に区分し、それぞれの時期の1年あたりの設備容量増加量（平均増加量と記載）と特徴的な事項を付記した。



第2図 地中熱ヒートポンプの年間設備容量の推移(環境省, 2023)と区分

第1期は日本で地中熱ヒートポンプの導入が始まった時期で、北海道と広島県の大学と企業が先駆的な事業を始めた（平均増加量0.8MWt/年）。第2期は京都議定書が作成され国内で地球温暖化について関心がでてきた時期である（平均増加量1.8MWt/年）。第3期は特定非営利活動法人地中熱利用促進協会が設立され、地中熱の事業者が増えてきた（平均増加量5.9MWt/年）。第4期は福島第一原発の事故を契機に社会の関心が再エネに向けた時期であり、2011年には経産省で再エネ熱を対象にした補助事業が始まった（平均増加量17.2MWt/年）。第5期は再エネブームが落ち着いてきた時期である（平均増加量12.0MWt/年）。第6期は2020年の脱炭素宣言により2050年のカーボンニュートラルを目指し、再び再エネに関心が向いてきた時期である。

地中熱ヒートポンプ設備容量の平均増加量/年はこれらの時期ごとに異なっており、第4期までは全体的に増加する傾向があるとともに再エネブームとなった第4期において最も大きな値となっている。

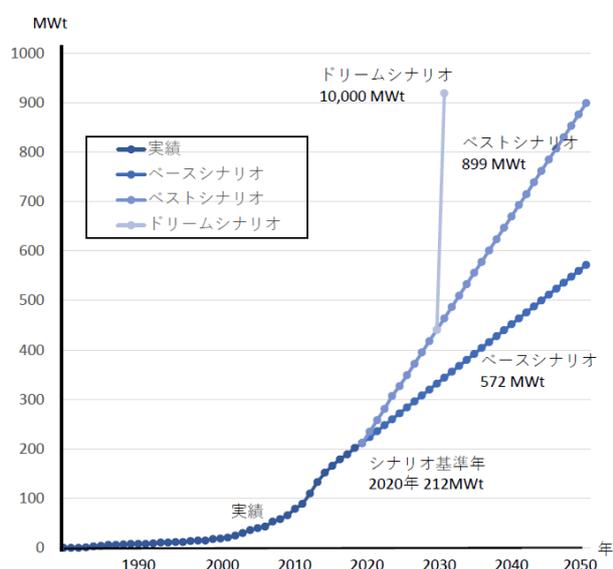
2020年までの設備容量の変化に注目して、ベースシナリオ、ベストシナリオを作成する。なお、ドリームシナリオは後述の通り、政策目標と関連付けて作成している。いずれも起点は2020年の設備容量212MWtとする(第3図)。この年の年間利用量は、年間稼働時間を1300時間としたとき、992TJとなる。

①ベースシナリオ

最近の実績値でほぼ確実にこれだけは実現できそうな値として、直近である第5期のポスト再エネブームの時の年間設備容量増加量12.0MWt/年で普及が進むことを仮定する。このシナリオでは2030年に332MWt、2050年に572MWtとなる。

②ベストシナリオ

これまでの最も多かった2014年の値である年間設備容量増加量22.9MWt/年で普及が



第3図 2050年に向けた3つのシナリオ

進むことを仮定する。このシナリオでは2030年に441MWt、2050年に899MWtとなる。

③ドリームシナリオ

国の長期エネルギー需給見通しで出されている政策目標の再エネ熱1341万kL（原油換算）の10%にあたる134万kL（51PJ）の省エネを2050年に実現することを目標とする。このシナリオでは2020年から2030年まではベストシナリオと同じ年間増加量とし、2030年以降は地中熱利用促進協会が設定した年間134万kLを賄うことができる設備容量の目標値10,000MWt（後述）の達成が2050年に可能となる高い増加量を仮定する。

ドリームシナリオで目標を達成するとき、2050年に設置される地中熱ヒートポンプの1年間の設備容量、設置件数等の予想値は、どのような伸びのパターンを想定するかによって異なるが、ここでは2030年以降2050年まで同じ増加量で推移した場合（第3図）と毎年1.2倍ずつ増えると仮定した場合の数値の中間的な値を用いて表現しており、設備容量（年間）は1000MW、設置件数（年間）は10000件となり、その時の市場規模は3000億円（30万円/kWとして）、必要な一級施工管理技術者は3000人となる。

以上述べてきた3つのシナリオに対応する普及活動の在り方は以下ようになる。まず、①ベースシナリオの実現には、現在の普及活動の取組を途切れることなく維持していくことが求められる。②ベストシナリオとなると、それだけでは十分でなく、現在ある補助金などの導入支援にかかる既設の枠組みを最大限活用することが必要となる。また、新規事業者の参入も必要である。一方、③ドリームシナリオの実現は、事業者の努力だけではできない。市場創出が可能となる政策の転換とイノベーションがないと、このシナリオに示した大きな導入拡大は実現できない。市場創出に関する重要な政策としては、前述の通り再エネ熱の導入義務化と地下水の規制緩和が挙げられる。

6. 普及課題と協会活動

以上、2050年のカーボンニュートラルな社会の実現に向けて、地中熱利用に関する政策、普及課題、導入目標について記載したロードマップと、目標実現に向けての道筋を示すシナリオについて述べてきたが、地中熱利用の普及拡大を進めていくには、それぞれの課題についてさらに掘り下げたきめ細かな取組が必要である。

たとえば、2030年に向けて実施されている脱炭素先行地域への地中熱の導入を進めるという課題を考えた時に、先行地域の主体となる自治体のうち、どれだけの自治体が地中熱を理解しているか考えてみる必要がある。地中熱の場合、国の政策に取り上げられたのが2010年であり、その後国の補助金の対象になったことにより自治体での認知度は上昇しているが、基礎自治体（市区町村）や民間レベルでは、まだ認知度が低い状況が続いている。従って、まずは地中熱について知っていただく広報活動が必要となるが、地中熱利用について理解していただき、脱炭素実現の手段の候補になった次の段階では、予算との関係で採用していただけるかどうかの課題に直面することが多い。地中熱利用の経済性は、導入件数が少なく生産性が低い現在の段階では、認知度と並ぶ大きな課題である。さらに、地中熱システムを導入できる事業者がまだ少ない状況にあるため、普及を進めるには製品の規格化や設計・施工の質の確保などの技術的な課題への対応も必要となる。これに関連して、地中熱技術者の人材育成、地中熱利用全体を理解した事業者（インテグレータ）の育成も課題である。また、地中熱利用は導入する施設の立地条件にも関係しており、地質及び地下水流動が地中からの採熱量に関連していることから、地質・水文情報の整備もさらに進めていく必要がある。地中熱は気候変動対策として導入されるケースが増えてきているが、導入することにより環境面でどのようなメリット（環境価値）があるかの情報も必要であろう。このように、脱炭素先行地域のプロジェクトでの地中熱利用について見ただけでも、導入を進めるにあたっては、様々な課題に対応しなければならないことがわかる。

地中熱利用促進協会では、このような地中熱利用を進めるにあたっての普及課題を、コスト、認知度、国及び地方の政策、技術開発、技術の普及、環境影響評価、環境価値の評価、分野拡大の8つの項目に整理し、それぞれの普及課題ごとに対応策を検討している（第1表）。これらの普及課題の多くは、民間事業者が会員となっている当協会が取組むことが可能であるが、一方で、例えば、技術の標準化（JIS、

ISO) や機器認証のように、協会会員だけではできないものや、大規模な技術開発や環境影響評価のように国の機関が対応する課題もある。

第1表 地中熱利用の普及課題と対応策

普及課題	対応策
1. コスト	投資回収期間（初期コスト回収期間）の短縮
	耐用年数の評価とライフサイクルコストの優位性
	運用実績の収集・公開
	累積生産量の増加によるコストの低減（学習曲線）
2. 認知度	国・地方自治体及び関連団体（全さく協、地熱学会、HP センター、日設事連、ユーザー業界など）からの情報発信と連携事業の推進
	関係業界での広報活動（展示会・雑誌・新聞等）
	知名度の高い建築物への導入（IR、スマートシティ・キャンパスなど）
	マスコミ・WEB の活用
	再エネ熱利用促進連絡会、再エネ熱ネットワークの活動
	事業者（プレイヤー・インテグレーター）の拡大
3. 国及び地方の政策	エネルギー・環境政策での導入目標
	補助金・融資・税制優遇等の支援策
	地域脱炭素政策（先行地域、自治体の再エネ政策）
	ZEB/ZEH-M(集合住宅)での導入拡大
	地中熱ヒートポンプの省エネ基準（非住宅・住宅）の整備
	地中熱の市場創出（再エネ熱の導入義務化）
	地下水規制の緩和
4. 技術開発	システムの性能向上と低コスト化
	設計ツールの開発
	面的利用（熱源水ネットワーク、大規模化）、インフラ化
	複合的システム（蓄熱、再エネ熱・電気との複合技術）
5. 技術の普及	技術の標準化（JIS、ISO）、機器認証
	建築設備設計基準、公共建築工事標準仕様書
	技術基準の整備（施工管理マニュアル、設計マニュアル）
	技術者の育成（地中熱講座）、品質の確保（資格制度）
	事業者（インテグレーター）の育成
	メンテナンス、コミッショニング運用評価による改善
	水文地質データの整備
	ポテンシャルマップの整備
6. 環境影響評価	関係ガイドラインの拡充
	環境影響の定量化
7. 環境価値の評価	地中熱の新たな付加価値（NEB：Non Energy Benefit）の創出
	環境関係の認証制度利用の活性化
	ESG 市場における地中熱の価値化
8. 分野の拡大	農業分野（施設園芸）
	食品分野（食品加工業、醸造業、発酵業など）
	新規開拓分野（畜産、養殖漁業など）

参考文献 環境省(2023) 令和4年度地中熱利用状況調査結果, 13P

<https://www.env.go.jp/content/000141999.pdf> 2023/11/30 アクセス