

太陽熱利用・地中熱利用・地熱発電 NEDOの取り組みのご紹介

(第4回 東京都再エネ実装専門家ボード)

2024年2月9日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

新エネルギー部 熱利用グループ（プロジェクトマネージャー） 主幹 上坂 真

1. NEDOの役割
2. 再生可能エネルギー熱について
 - ・ 太陽熱・地中熱等の動向
 - ・ プロジェクト紹介
3. 地熱発電について
 - ・ 動向及びプロジェクト紹介

1. NEDOの役割

2. 再生可能エネルギー熱について

- ・ 太陽熱・地中熱等の動向
- ・ プロジェクト紹介

3. 地熱発電について

- ・ 動向及びプロジェクト紹介

NEDOの役割



技術戦略の策定、プロジェクトの企画・立案を行い、プロジェクトマネジメントとして、産学官の強みを結集した体制構築や運営、評価、資金配分等を通じて技術開発を推進し、成果の社会実装を促進することで、社会課題の解決を目指します。

- ・ 年間予算額は約**1,528億円**(2023年度当初予算)
- ・ エネルギー・環境問題の解決と我が国の産業技術力の強化に向けて、各技術分野・事業領域において、様々なプロジェクトを進行中。



1. NEDOの役割

2. 再生可能エネルギー熱について

- ・ 太陽熱・地中熱等の動向

- ・ プロジェクト紹介

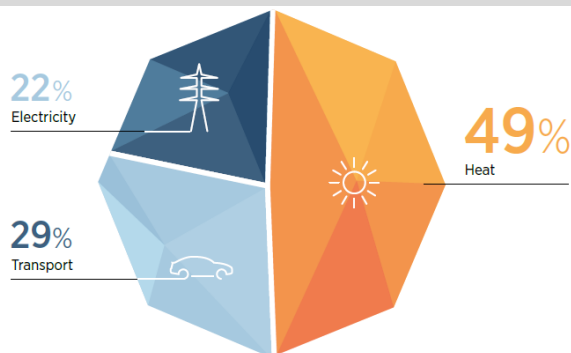
3. 地熱発電について

- ・ 動向及びプロジェクト紹介

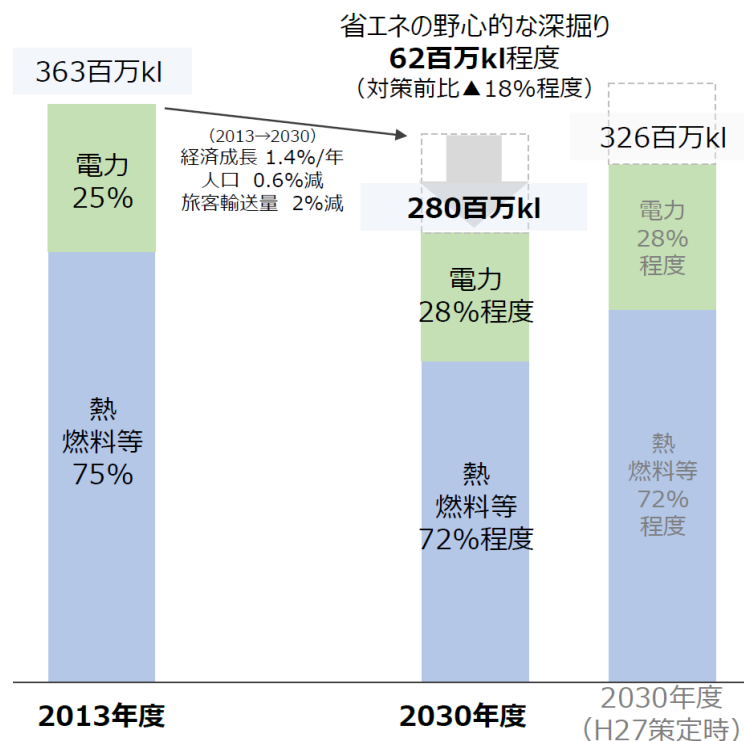
熱利用での脱炭素化の必要性

- 熱利用は、世界の最終エネルギー消費の49%を占めている。
- 熱利用におけるエネルギー源は、72.5%を化石燃料に依存している。
- 我が国の2030年のエネルギー需要見通しでは、「熱・燃料等（運輸も含む）」が7割以上を占める。
- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、熱利用での脱炭素化が不可欠であり、効率向上によるエネルギー消費削減、電化の更なる促進、代替熱源の利用促進といった取り組みが求められる。

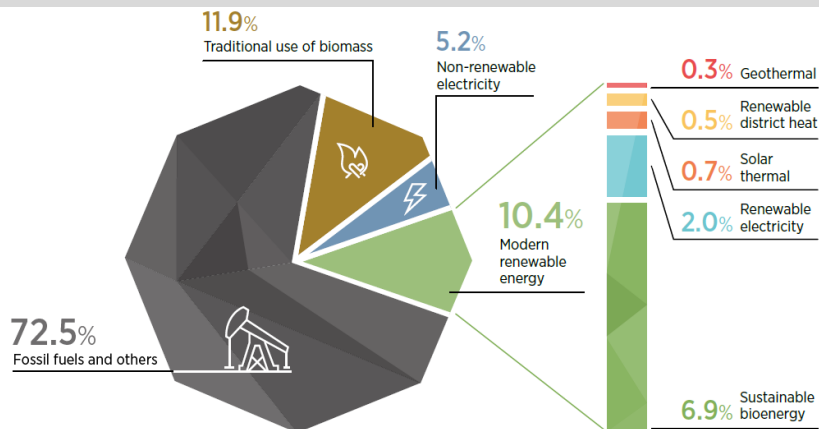
世界の最終エネルギー消費の消費形態の割合



第6次エネルギー基本計画におけるエネルギー需要見通し



世界の熱利用におけるエネルギー源の割合



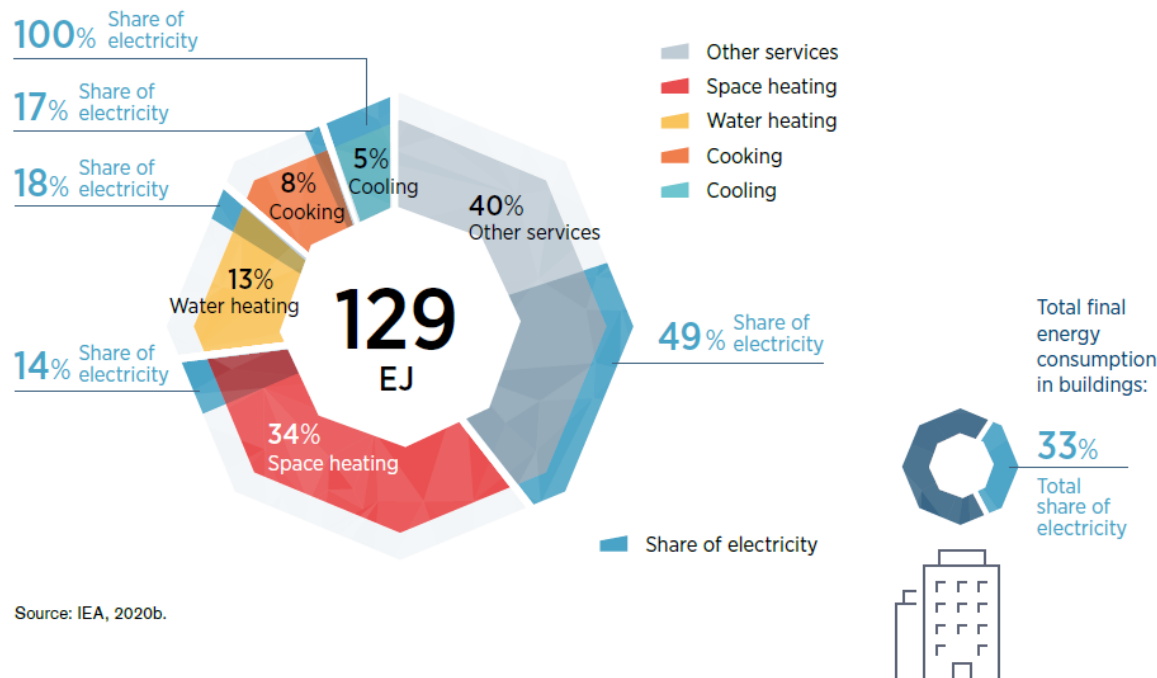
出典：2030年度におけるエネルギー需給見通し（関連資料）（資源エネルギー庁、2021）

民生部門における熱利用での脱炭素化の必要性

TSC Sustainable Energy Unit

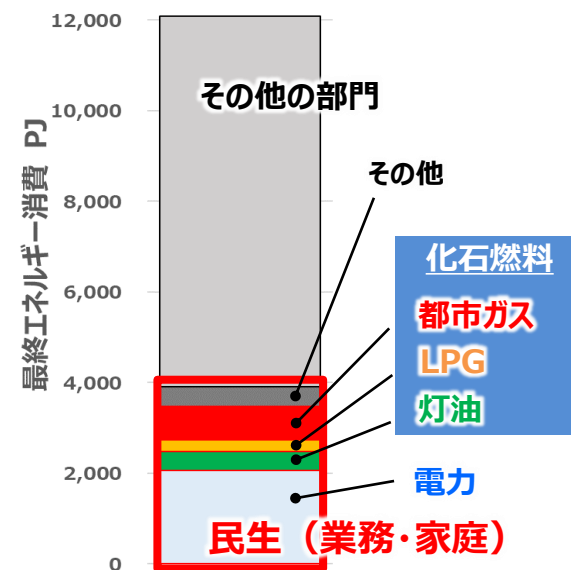
- 世界の最終エネルギー消費の約1/3を占める民生部門の消費形態のうち、60%は空調（暖房・冷房）・給湯・調理といった熱利用による。特に暖房・給湯の電化は限定的で、代替熱源の利用が期待される。冷房は電力を利用した熱交換で100%賄われてはいるが、その熱源に地中熱等の代替熱源を用いることで更なる効率向上が期待される。
- 国内でも、2020年の統計によれば、民生部門における化石燃料（都市ガス、LPG、灯油）の燃焼熱の直接利用が最終エネルギー消費の11%を占めており、代替熱源への転換が求められる。

世界の民生部門のエネルギー消費の割合



国内の最終エネルギー消費の割合

主に熱としての利用が想定される民生部門での化石燃料使用 = 最終エネルギー消費の11%


出典：総合エネルギー統計2020年度詳細表（資源エネルギー庁）を
基にNEDO TSC作成

出典：Renewable Energy Policies in a Time of Transition - Heating and Cooling - (IEA/IEA/REN21, 2020)

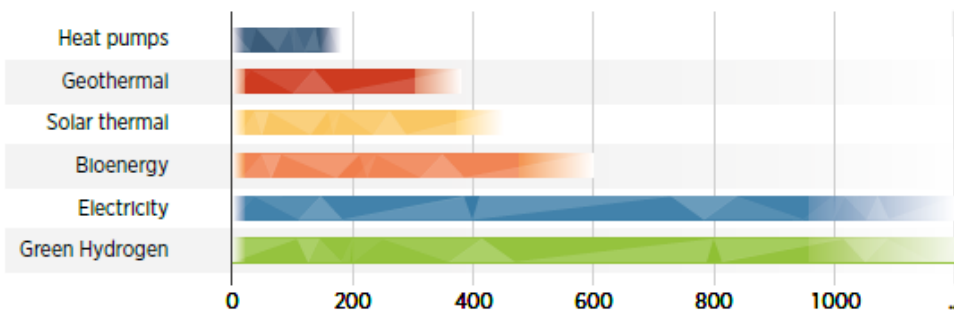
再エネ熱源種別の特長・制約

TSC Sustainable Energy Unit

- 脱炭素化に対して有望な代替熱源として、再生可能エネルギー熱（再エネ熱）が挙げられる。
- 再エネ熱であるヒートポンプ※、太陽熱、地熱、バイオマス由来熱は、供給温度帯が比較的低温で、民生部門における給湯や冷暖房などの用途での熱利用の温度帯（～100℃程度）との親和性が高い。したがって、**再エネ熱は、特に民生部門における利用拡大が期待される。**
- ただし、太陽熱・地熱は特に適地が限られる我が国においては発電用途と競合する可能性があること、またバイオマス由来熱についても資源供給が限定的であることなど、それぞれに制約条件がある。これらを考慮しながら利用拡大していくことが必要。

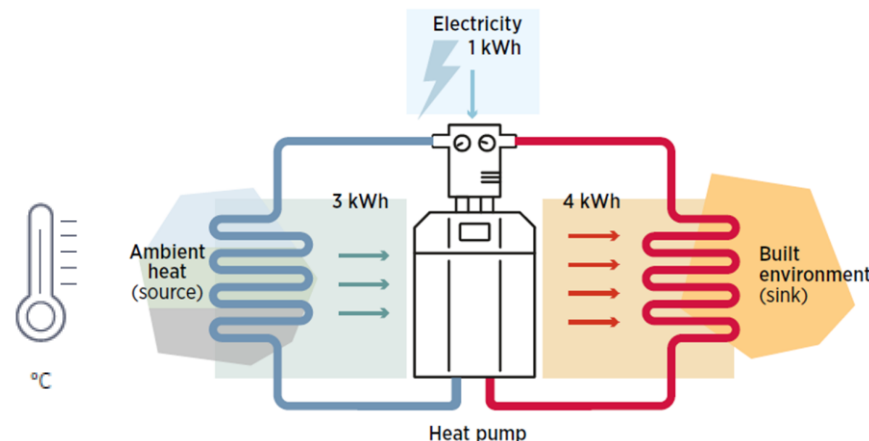
※ ヒートポンプは地中熱・河川熱・下水熱等の再エネ熱を利用することで投入する電力以上の熱を供給することが可能であり、電化促進・エネルギー消費削減の手段として進めるべき再エネ熱利用の一形態と位置付けられる。右下図の例では1kWhの電力の投入で4kWhの熱を取り出せることを示している。

熱源種別の供給可能温度帯



Source: Adapted from IEA (2019a).

ヒートポンプの概念図



出典：Renewable Energy Policies in a Time of Transition - Heating and Cooling - (IEA/IEA/REN21, 2020)

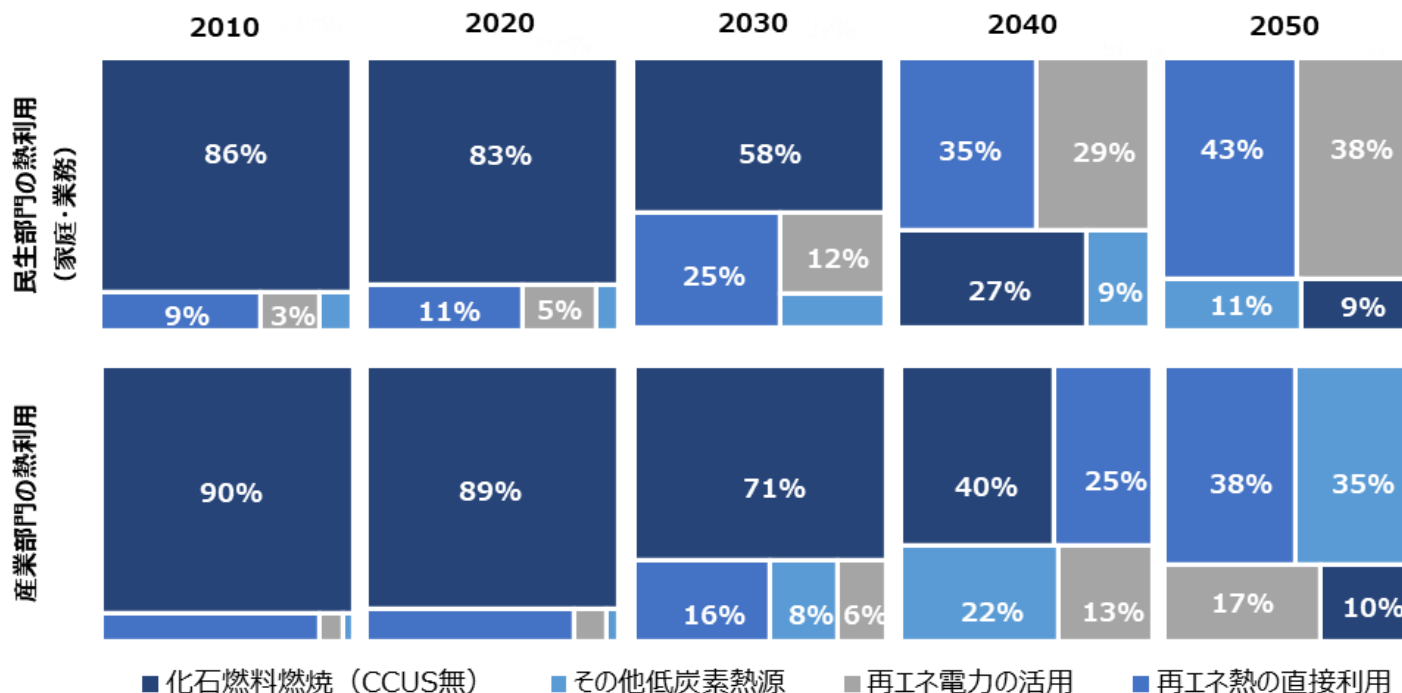
IEAのNZE2050シナリオでの熱利用部門の見通し

- 民生部門（家庭・業務）の熱利用では、再エネ電力の活用（■）とともに、**太陽熱、地熱・地中熱などの再エネ熱の直接利用（■）を想定。**

2030年時点で再エネ直接利用は2020年比で2倍以上に相当する25%、2050年時点では同4倍に相当する43%との見通しを示しており、**長期にわたり大幅な普及拡大が想定されている。**

- 産業部門の熱利用においては、中・低温の熱を利用できる産業分野、プロセスは限定的であるため、民生部門に比べて再エネ熱の直接利用の占める割合はやや低く、他の低炭素熱源の活用を想定している。

IEAのNZE2050シナリオでの部門別の熱利用総エネルギー消費量に占めるエネルギー源割合



主要国の再エネ熱利用の導入促進政策の概要

- 再エネ熱は、化石燃料使用からの脱却手段として、他の脱炭素技術とともに有望視されていることを背景に、各種補助・支援措置が継続的に講じられている。
- 近年の特徴として、「導入目標の設定や目標達成に向けた各種**補助・支援措置**」から「化石燃料使用に対する**規制**や排出量**取引制度**等の市場メカニズムを通じた脱炭素化への誘導」へと徐々に移行しつつある。

再生可能エネルギー熱利用の普及に関連する主な政策の経緯

	2000年代後半	2010年代	2020年代
目標設定・補助支援・義務化	再生可能エネルギー指令（RED I）に基づく再エネ熱を含む再エネ消費目標設定を受け、EU加盟国を中心に目標設定、 補助・支援措置 が進展	・市場インセンティブプログラム（MAP）により、導入支援（従前制度を活用） ・一定比率以上のエネルギー需要を再エネ熱でまかなうことを 義務化 （再エネ熱法） 再エネ熱利用システムの熱量に応じた 補助金付与 （RHI）（非家庭用、家庭用の順に、 新規申請受付終了 ） 再エネ熱利用システムの導入やプロジェクト開発を 支援 （ヒートファンド制度）	家庭用RHIの後継として、ヒートポンプ導入支援スキームへ移行
化石燃料規制		新築建築物への石油燃焼器導入を 実質困難化 （EnEV）→2026年以降は、 禁止 予定（GEG）	新築住宅への ガスボイラー設置を実質禁止 （環境規制2020） 新築住宅への ガスボイラー設置を禁止 予定（FHS）
排出量取引制度・炭素価格	産業部門・電力部門を主対象に EU-ETS *導入 ※EU-ETS：EU域内排出量取引制度	輸送・建築物部門の化石燃料消費に対する 炭素税 導入	EU-ETSの適用拡大や対象外の部門に対する規則強化 （Fit for 55パッケージ） 熱・運輸部門に燃料排出権取引制度導入（nEHS）
研究開発支援等	様々なプログラムが展開。 至近では、有望な脱炭素技術としてヒートポンプ技術が多様な 支援 を受ける。		

再生可能エネルギー熱利用に関連する国内政策動向（1）

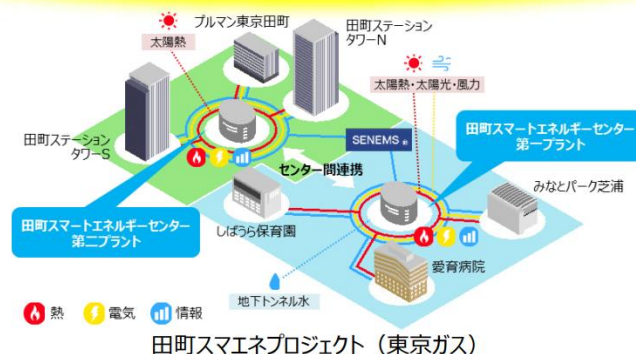
TSC Sustainable Energy Unit

- 2020年10月に日本政府は「2050年までにGHG排出を全体でゼロにする、カーボンニュートラルを目指す」ことを宣言。
- 2021年10月には『第6次エネルギー基本計画』が閣議決定。S+3Eを大前提に、再エネの主力電源化を徹底し、再エネに最優先の原則で取り組み、国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促す方針。複数シナリオとイノベーションの重要性に言及。
再エネ熱についても「地域性の高い重要なエネルギー源」との言及とともに、「再生可能エネルギー熱の導入拡大を目指す」方向性。

都心におけるスマートエネルギーネットワークの取り組み

- デジタル技術を活用し、電気に加えて需要側の熱負荷の収集・分析を行い、最適化を検討（熱のデジタル化）
- 2つのエネルギーセンターの電力・熱・人流データ等の情報を連携し、地域全体でコージェネや冷温水機を柔軟に運転し、再エネも取り込みながら、省エネ・省CO₂を実現することで、街づくりに貢献。

コージェネを核とした2つのエネルギーセンターを連携し、電力と熱を最適化



出典：第2回 2050年に向けたガス事業の在り方研究会 東京ガス説明資料を加工

再生可能エネルギー熱利用に関連する国内政策動向（2）

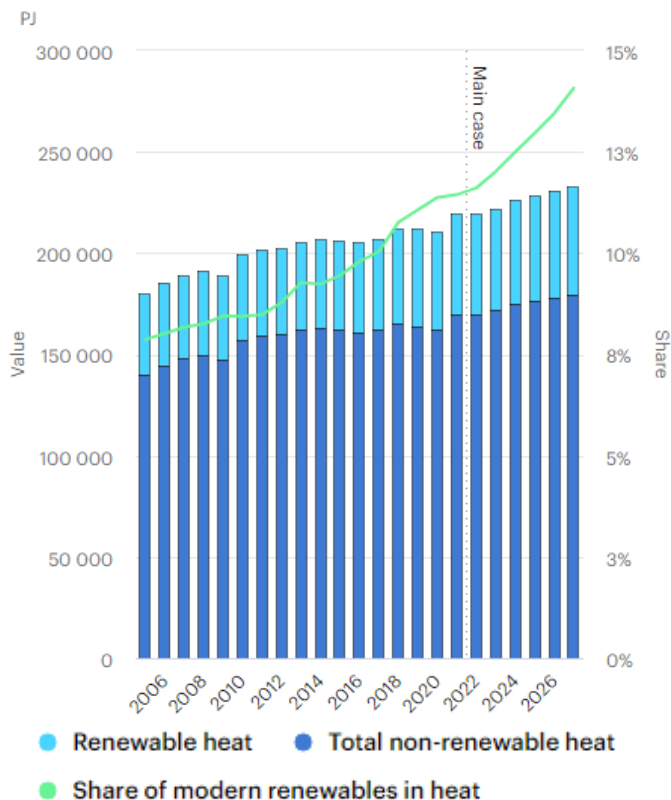
- 国内でも様々な政策分野での再エネ熱利用を含む脱炭素化促進の仕組みが整備されつつある。
- ⇒ 熱利用がスコープに含まれる環境省の「脱炭素先行地域」の取り組み等のように、より**直接的に再エネ熱の普及促進につながる施策や具体的な目標値の設定といった拡充が望まれる。**

再エネ熱の普及に関連する政策検討の動向

政策分野	概要
省エネ法における非化石エネルギーへの転換に関する措置	■ 「第6次エネルギー基本計画」では、需要サイドでの非化石エネルギー導入拡大について、省エネ法の改正を視野に制度的対応の検討を行うことが記載されており、今後再エネ熱の導入にも影響する可能性がある。 ■ 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会（2021年12月24日）では、エネルギー使用量が一定以上の事業者・事業所に対して、現行の省エネルギーに関する報告事項に加えて、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画の作成等が新たに導入される方向性が示されている。
住宅・建築物における省エネ推進	■ 国土交通省・経済産業省・環境省が連携して「脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会」が設置されて2021年4～8月にかけて6回の議論がなされた。 ■ 同検討会のロードマップでは、住宅における2025年度以降の省エネ基準適合義務化やZEHLレベル以上の一次エネルギー消費等級の設定や、建築物における義務基準の引き上げなどの方針が盛り込まれており、再生可能エネルギーの導入促進の取り組みと併せて、再エネ熱の導入インセンティブになると考えられる。
成長志向型カーボンプライシング構想	■ GX実行会議での議論をへて、「GX実現に向けた基本方針」を2023年2月に閣議決定。 ■ 「排出量取引制度の本格稼働」や野心的かつ先進的な企業群がESG資金を集め、投資と排出削減を進めるための経済的手法を活用した枠組みである「GXリーグ」の段階的発展などが挙げられており、企業全体の脱炭素化を促す。
気候変動をめぐる投資・金融の動き	■ グローバル企業の気候変動対策に関する情報開示・評価に関する国際的イニシアティブ（TCFD、CDP、RE100、SBT等）の影響力が高まっており、日本企業もこうした動きに対応することが求められている。 ■ 特に2020年4月の東証市場再編後のプライム市場上場企業には、TCFDまたはそれと同等の枠組みに基づく開示の質と量の充実が求められている。
地域における脱炭素化に向けた動き	■ 国と地方で検討を行う新たな場として設置された「国・地方脱炭素実現会議」では、地域脱炭素ロードマップが策定された。 ■ 今後の5年間で集中期間に定めて政策を総動員し、地域脱炭素の取組を加速するため、「脱炭素先行地域をつくること」及び「脱炭素の基盤となる重点対策の全国実施」によって「脱炭素ドミノ」を引き起こすことが目指されている。

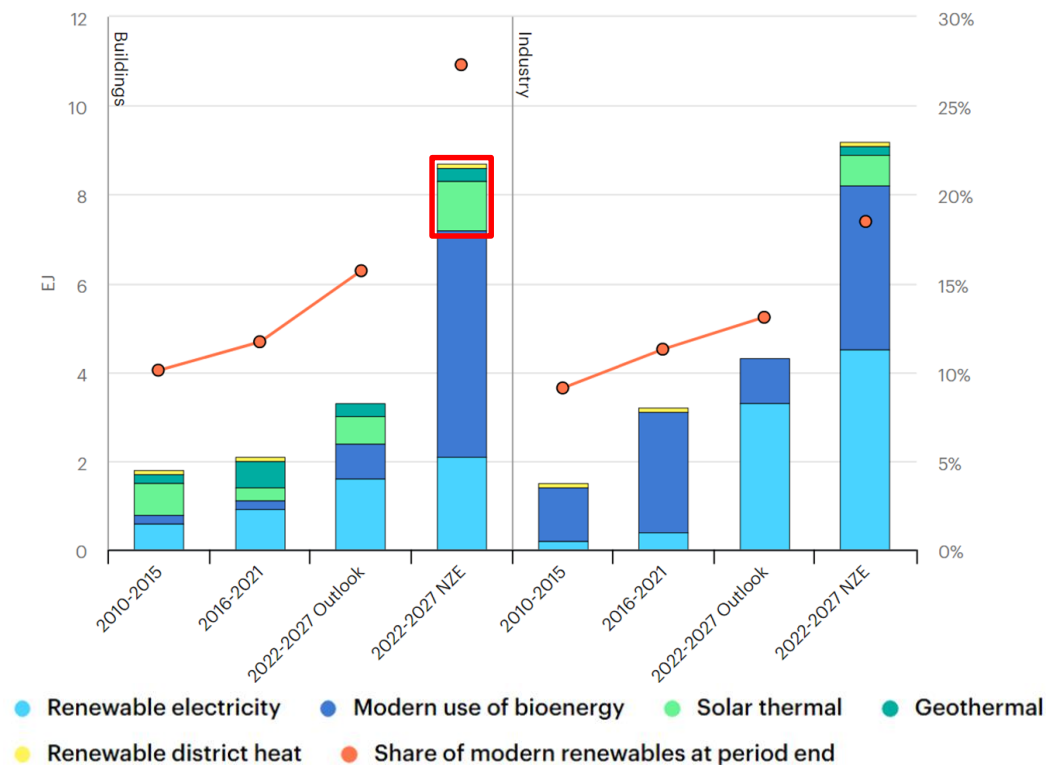
- 熱利用部門での再生可能エネルギー比率は単調に増加の傾向で、2022年現在で約11.6%。
 - 今後もさらなる増加が見込まれるものの、バイオマスエネルギーの利用に偏る傾向（主に産業部門向け）。
- ⇒ 比率の低い太陽熱、地中熱など（右図□）は親和性の高い民生部門で利用拡大する必要がある。

世界の熱エネルギー消費量の推移



出典：Renewables 2022 (IEA)
<https://www.iea.org/reports/renewables-2022/renewable-heat>

世界の熱需要に対する再エネ由来エネルギー消費の見通し・割合



出典：Renewables 2022 (IEA)
<https://www.iea.org/reports/renewables-2022/renewable-heat>
(赤囲みはNEDO TSC加筆)

太陽熱の導入量（設備容量・熱利用量）の推移

Global solar thermal capacity in operation and annual energy yields 2000-2021

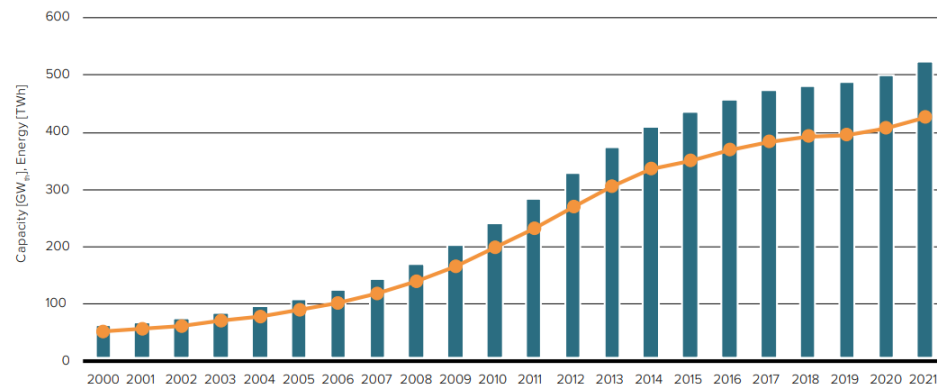


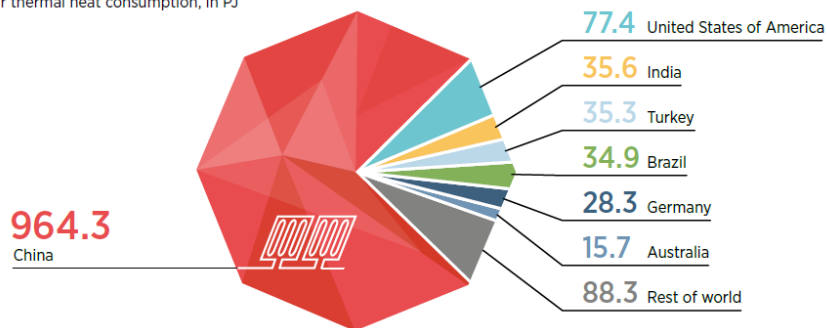
Figure 2: Global solar thermal capacity in operation and annual energy yields 2000-2021

■ Global solar thermal capacity in operation [GW_{th}]
— Global solar thermal energy yield [TWh]

出典：Solar Heat Worldwide (IEA SHC, 2022)

太陽熱利用の国別導入量

Solar thermal heat consumption, in PJ



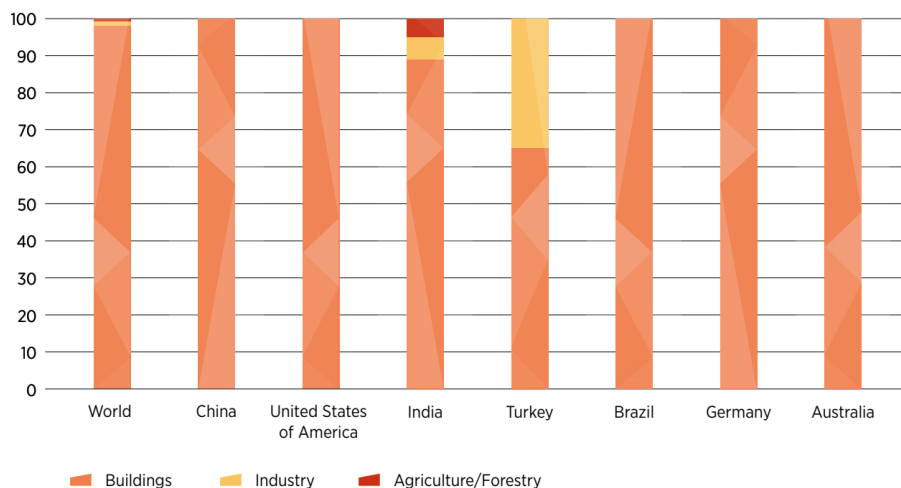
Source: IEA-SHC, 2020
Note: PJ=petajoule

出典：Renewable Energy Policies in a Time of Transition - Heating and Cooling - (IEA/IEA/REN21, 2020)

- 太陽熱利用の容量・熱利用量は2000年以降単調に増加ながら、2015年以降は鈍化の傾向。
- 国別導入量は中国が他を圧倒し、米国、インド、トルコ、ブラジル、ドイツなどが続く。
- 民生部門での利用が大半を占める。

各国における太陽熱の利用部門別シェア

Share of solar thermal heat consumption by sector (%)

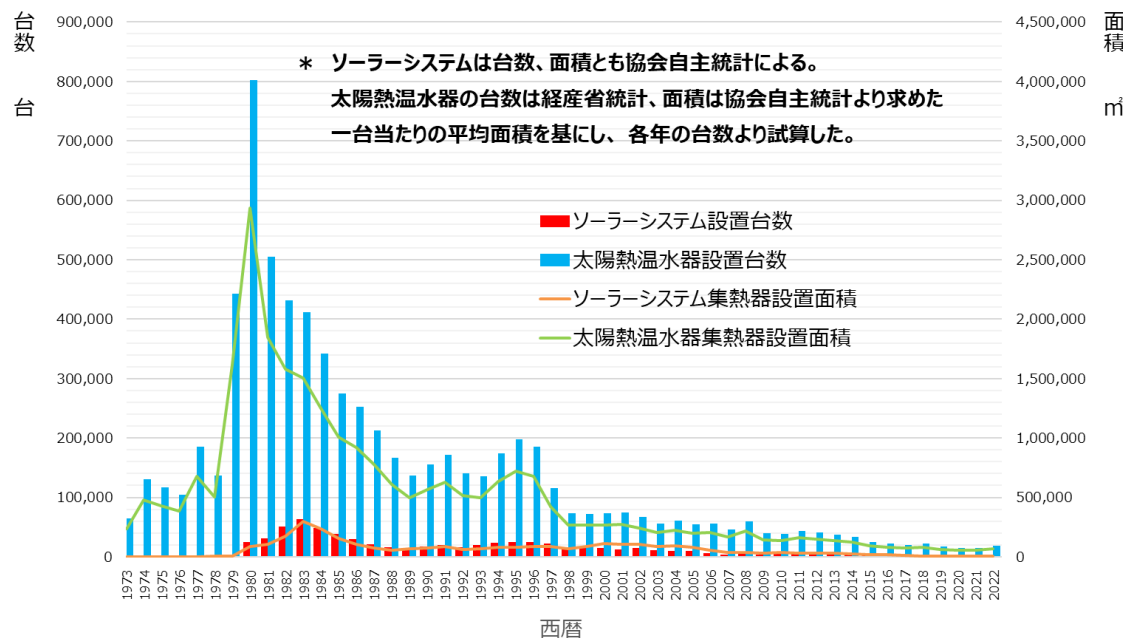


国内の再エネ熱利用の現状：太陽熱

- 2016年度における国内の太陽熱利用導入量はソーラーシステム※で0.3万台、太陽熱温水器で2.2万台である。市場規模にすると2015年度で約110億円。
- 1979年の第2次石油危機後に導入は急増したが、1990年代以降、一部の強引な販売によるイメージ低下やエコキュート等の競合技術の登場、FITによる太陽光発電シフトにより市場は縮小傾向が継続。

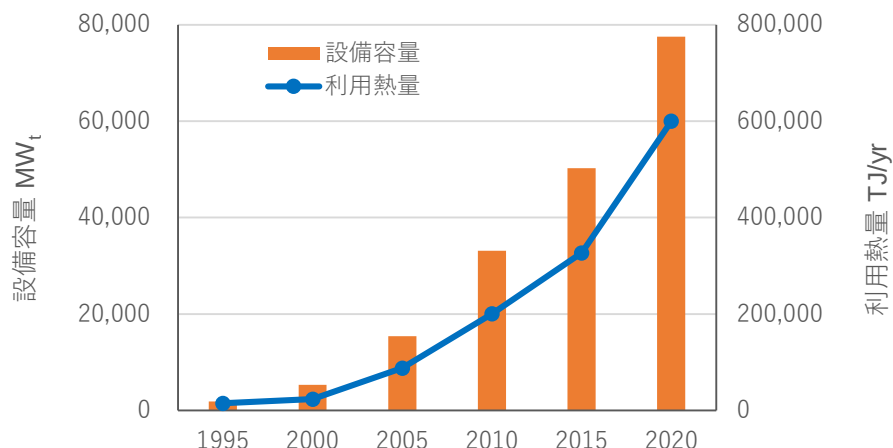
※ ソーラーシステム：太陽熱利用機器の一種で太陽光による熱エネルギーを用いて給湯、冷暖房等を行う建築設備、太陽熱温水器とは違い、集熱器と蓄熱槽（貯湯槽）が分離している。

太陽熱温水器・ソーラーシステム設置実績



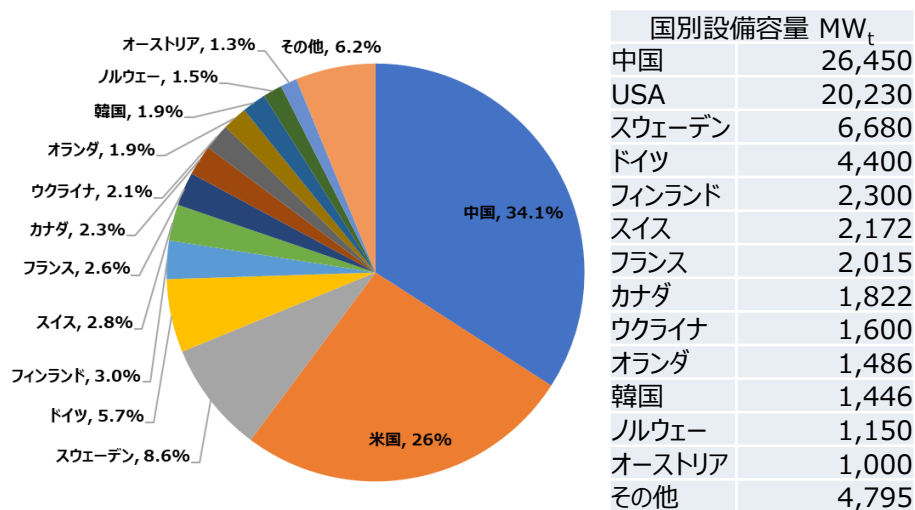
出典：太陽熱を学ぶ（ソーラーシステム振興協会ウェブサイト） <https://www.ssda.or.jp/energy/result/>

地中熱ヒートポンプの導入量（設備容量・熱利用量）の推移



- 地中熱ヒートポンプの世界での導入量は1995年以降、幾何級数的に増加の傾向。
- 国別の導入量は中国、米国での利用が大きく、次いでスウェーデン、ドイツ、フィンランド、スイス等の欧州各国での導入が目立つ。
- 人口・国土当たりの導入量でみると、欧州の比較的寒冷な国での利用が顕著。

地中熱ヒートポンプ設備容量の国別シェア（2019）



人口・国土あたりの設備容量（トップ5）

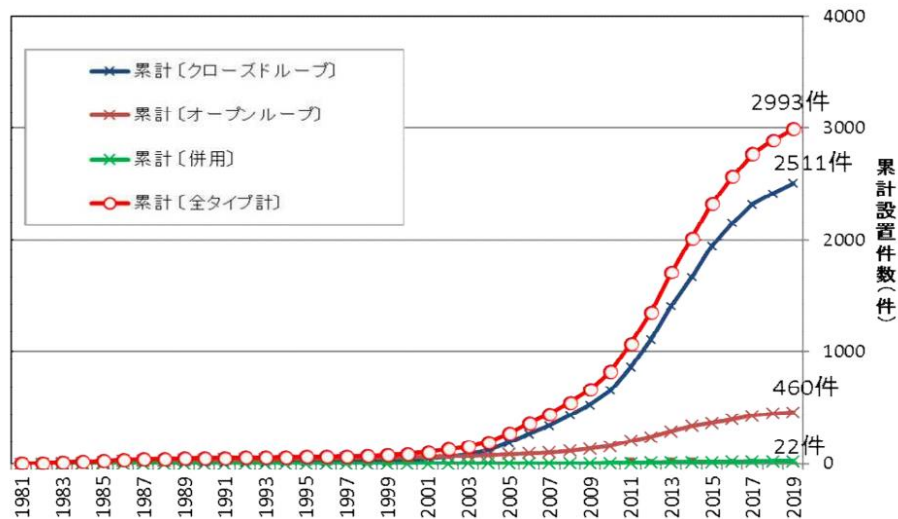
人口当たりの設備容量 MW _t /1000人		面積当たりの設備容量 MW _t /100km ²	
アイスランド	7.00	スイス	5.32
スウェーデン	0.67	オランダ	4.14
フィンランド	0.42	アイスランド	1.93
スイス	0.26	スウェーデン	1.48
ノルウェー	0.21	オーストリア	1.31

国内の再エネ熱利用の現状：地中熱

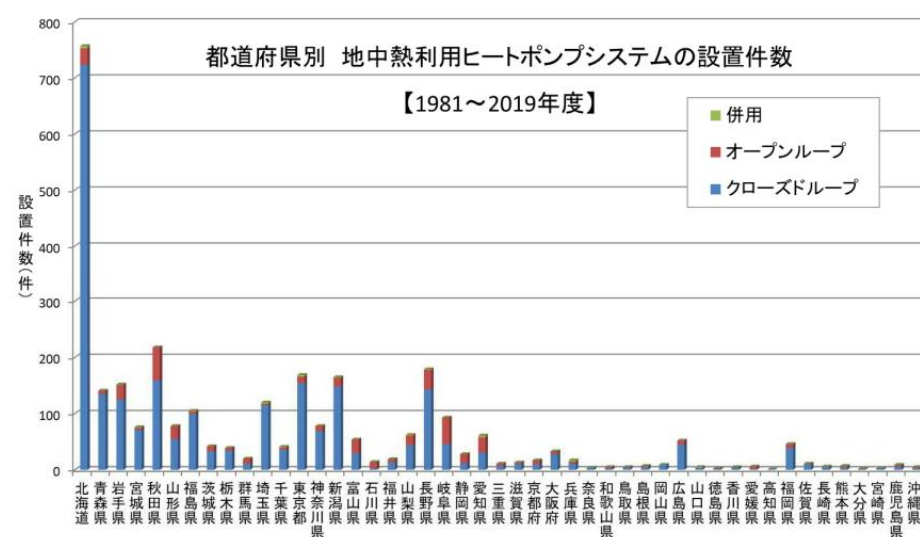
TSC Sustainable Energy Unit

- 国内の地中熱ヒートポンプの導入は2000年頃より増加し、年間300件程度が導入されていたが、近年は鈍化傾向にあり、年間100件程度で推移している。
- 国内の地域別導入量をみると、北海道・東北や新潟・長野等の寒冷地への導入が多く、一部関東（埼玉、東京、神奈川）でも導入がある。

地中熱ヒートポンプの累計設置件数



地中熱ヒートポンプの都道府県別設置件数



出典：令和2年度地中熱利用状況調査の集計結果（環境省）

1. NEDOの役割

2. 再生可能エネルギー熱について

- ・ 太陽熱・地中熱等の動向
- ・ プロジェクト紹介

3. 地熱発電について

- ・ 動向及びプロジェクト紹介

- 再エネ熱利用システムの導入に係る、上流から下流までの多種多様なプレーヤーが一体となったコンソーシアム体制でZEB等への適用も視野においた研究開発を推進。
- 2023年までにトータルコスト20%以上の低減（投資回収年数14年以下）、更には2030年までにトータルコスト30%以上の低減（同8年以下）の数値目標。
- **再エネ熱源種毎のコスト分析※**などに基づき、**個別の再エネ熱利用コスト低減**を目指して組成された研究開発プロジェクトであり、**面的利用や複数種の熱源利用の観点**は不足。

※ NEDO平成29年度成果報告書、再生可能エネルギー熱利用技術開発/再生可能エネルギー熱利用システムの普及に向けた技術開発に関する調査

NEDO事業「再生可能エネルギー熱利用にかかるコスト低減技術開発」

事業期間：2019年度～2023年度

研究開発内容

1) 地中熱利用システムの低コスト化技術開発

大規模建築物、小規模建築物等、それぞれの建築物に導入することを想定した、我が国の利用に適合した高効率機器の開発、施工期間短縮に資する施工技術の開発、地中熱利用システムの最適化技術の開発、評価・定量化技術の高機能化開発等に取り組み、地中熱利用システムのトータルコスト低減に資する技術を開発する。

2) 太陽熱等利用システムの高度化技術開発

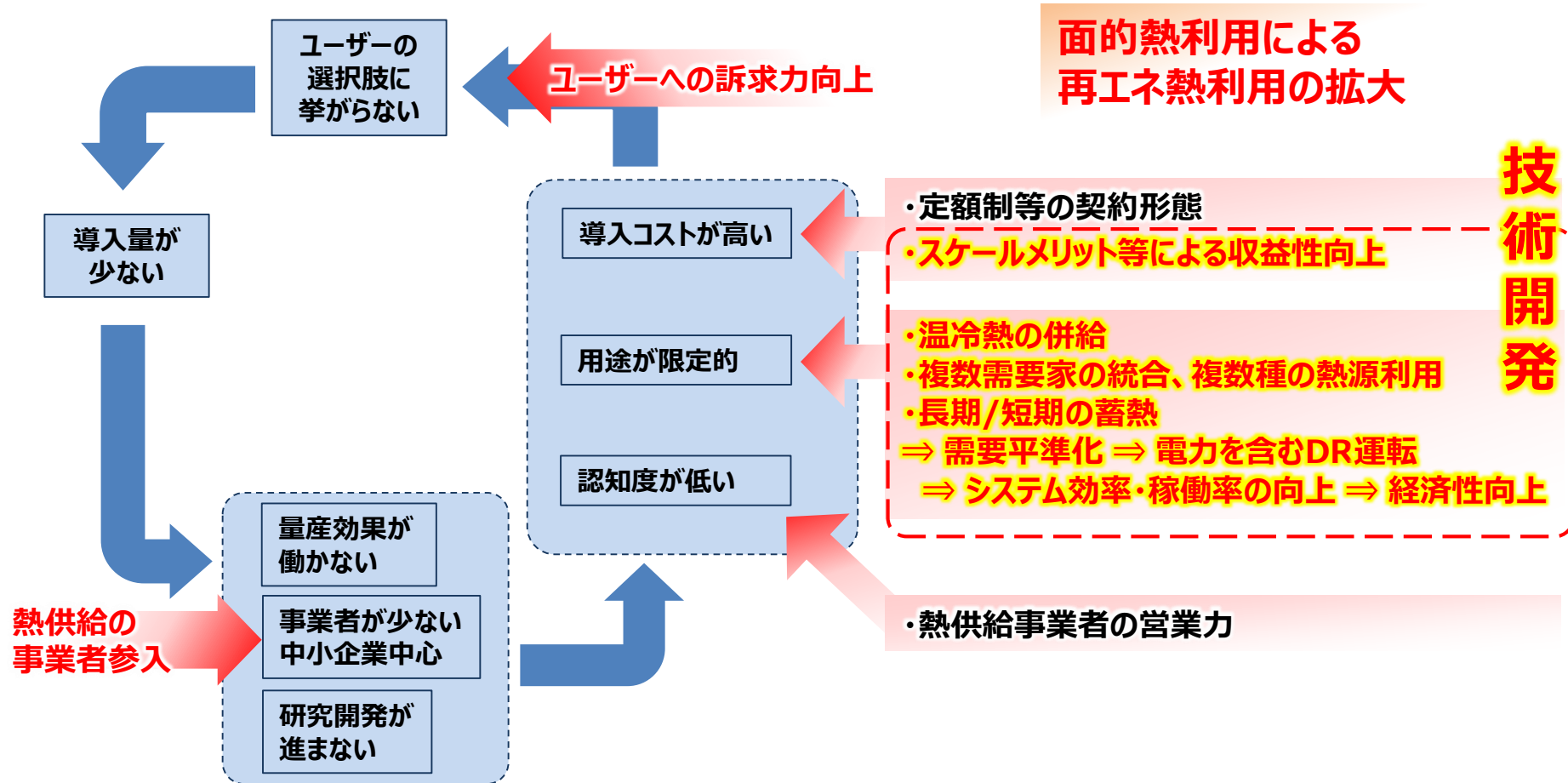
高効率機器の開発や、年間を通じた太陽エネルギーの最大限の活用に資する太陽熱利用機器の開発、評価・定量化技術の高機能化開発、再生可能エネルギー熱を含む多様な熱源を組み合わせたシステムの最適化技術開発等に取り組み、太陽熱等利用システムのトータルコスト低減に資する技術を開発する。

3) 高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発

地中熱利用システムの導入拡大に資するシステム設計の最適化に必要な見かけ熱伝導率の推定・評価技術、簡易TRT（熱応答試験）技術、設計ツールを共通基盤技術として開発し規格化を目指す。

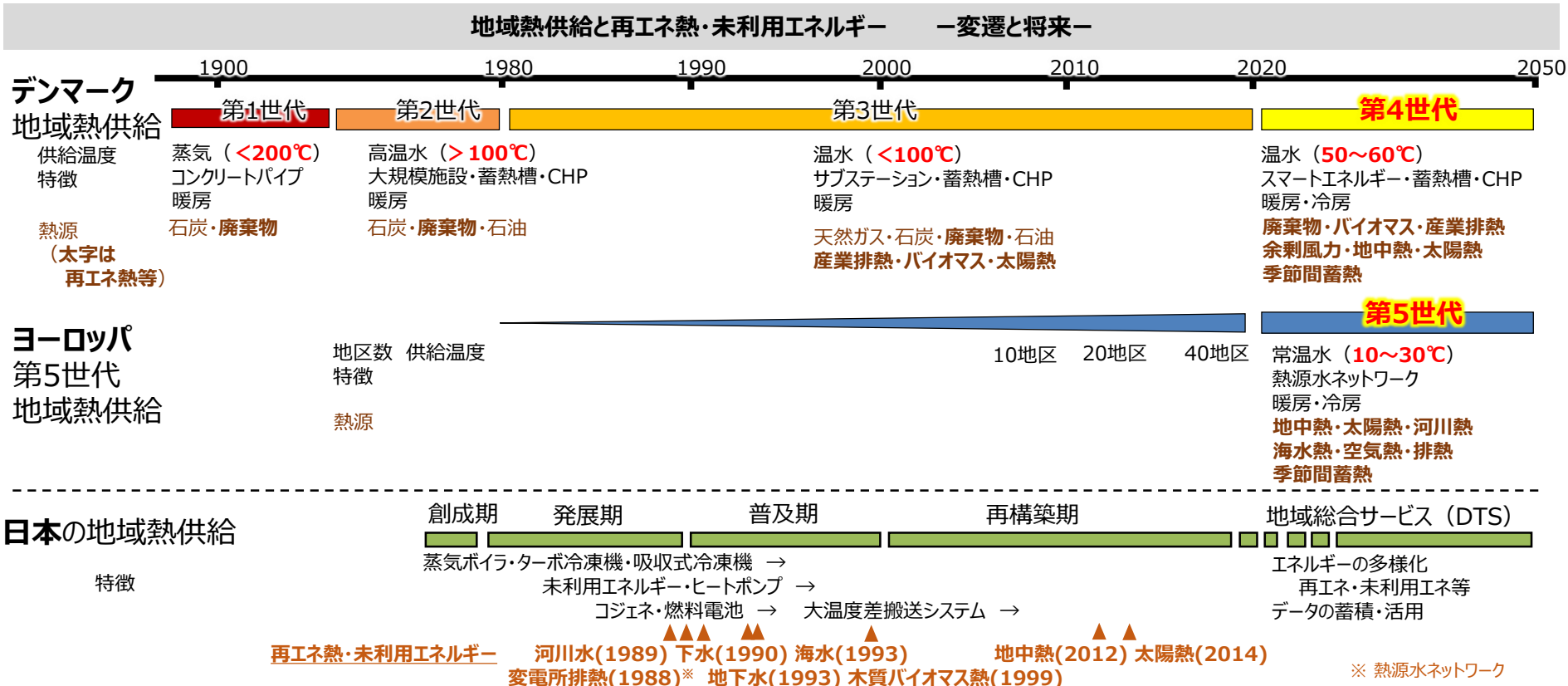
出典：再生可能エネルギー熱利用にかかるコスト低減技術開発（NEDO）

- 高い導入コスト、限られた適用用途、低い認知度を要因として、導入が進まない悪循環に陥っている。
- 個別技術の深耕だけでは国際機関が提示する普及シナリオとのギャップを埋めることが困難であり、普及を拡大するための打開策が必要。
- **面的熱利用**によって、スケールメリットによる**収益性向上**を図ることができれば、**ユーザーへの訴求力向上**と**新たな熱供給事業者の参入**につながり、悪循環から脱却して**再エネ熱利用の拡大**を図ることが可能。



地域熱供給の技術の変遷

- デンマークの地域熱供給は19世紀末以来100年を超える歴史。「第1世代」から、**世代を重ねるごとに熱媒体温度低下、再生可能エネルギー比率向上**。「第4世代」の温水供給は **50℃～60℃**。
- 「第5世代」は**常温の熱源水**が需要家に供給され、ヒートポンプ等を用いて冷暖房等を行う。温水自体を供給するのではなく、熱エネルギー源を供給する点でデンマークの区分とは異なる概念。スイス、ドイツを中心に展開。主に地中熱などの再エネ熱を利用。
- 日本の地域熱供給は1960年の大阪万博の時にスタート。早い時期から冷房も対象。再エネ熱は1990年頃から導入、河川水・海水・地下水・下水を利用した大規模施設の実績。太陽熱、地中熱の導入は2010年代以降。



再エネ熱を最大限活用した面的熱利用の普及の方向性

- 目指すあるべき姿（Phase3）は、社会インフラの拡充に相当する面的熱利用の社会実装が、市街地等の再開発や設備更新等の機会を捉えて自律的に普及していく状態であるが、そこに至るまでには段階を踏む必要がある。
- Phase1では、特に**自治体の関与や公的な支援が望まれる**。例えば、地域熱供給が先行する欧州では、官民連携での取り組みが普及拡大につながっている。
- Phase2では、様々な条件（地域・規模など）での事例を積み重ねながら、ノウハウを蓄積するとともに信頼性向上・コスト低減が進む必要がある。体力のある**デベロッパーやゼネコンの意欲的な参入が望まれる**。

再エネ熱を最大限活用した面的熱利用の普及イメージ

2050年

Phase1: 普及初期

普及率2.5%以下
(採用者：イノベーター※)

補助金等を活用しながら、好条件のエリアにおいて再エネ熱を最大限活用した面的熱利用システムが、一定規模の技術実証や高付加価値を目指した先進事例として構築・運用される。

実施者：有志企業・自治体
補助金：要
段階：技術実証、小規模実証
対象エリア：公共施設、タワーマンション、商業施設等

例) ・再開発地域の数区画程度での実証
・比較的大規模な施設での実証

Phase2: 移行期

普及率2.5～16%
(採用者：アーリーアダプター※)

先行事例の評判から認知度が向上し、導入事例が増加する。事例の積み重ねにより、ノウハウ蓄積、信頼性向上、量産効果によるコスト低減が進む。

実施者：デベロッパー、ゼネコン
補助金：一部要
段階：商業規模実証
対象エリア：高層タワーマンション、大規模商業施設等

例) ・条件、適性の異なる地域での実証
・より大規模な施設での実証

Phase3: 自律的な普及期

普及率16～50%
(採用者：アーリーマジョリティ※)

設備更新等の機会を捉えて、再生エネ熱を最大限利用する面的熱利用システムの構築が自律的に行われる。

実施者：各種企業・団体
補助金：非
段階：実装レベル
対象エリア：各種施設、地域

例) ・一般的な市街地の再開発
・都市インフラ設備の更新
・マンション/商業施設の新築/改修

再エネ熱の面的熱利用の普及のための課題

- 再エネ熱の面的利用でのメリットを生かして更なる普及拡大を図るための課題とそれを解決する具体的な技術開発・手段の例を以下に整理。
- スケールメリットを引き出すための個別熱源の出力の向上、システム効率改善に向けた運用ノウハウ蓄積、再エネの変動性を制御するための蓄エネ技術、低温熱の最大利用に向けたシステム設計が重要。また、これを支える基盤技術として、導入ポテンシャルの可視化・シミュレーション技術の開発が必要。

課題	具体的な技術開発・手段の例（・ 技術開発 ◆ その他の施策）
・ スケールメリットの最大化	・ 再エネ熱源の出力向上（例：地中熱交換井の大深度化（大容量化）、コスト削減等） ・ 掘削作業等の集約化によるコスト低減のノウハウ蓄積 ・ 各種設備のモジュール化、標準化
・ 複数種の熱源/需要家の統合によるシステム効率の向上	・ 異なる温度帯の熱源を有効に利用する技術（適切なヒートポンプ利用含む）の開発、ノウハウ蓄積、標準化 ・ 温熱/冷熱併給技術の開発、ノウハウ蓄積、標準化
・ 再エネの変動性に対応する需給平準化	・ 小規模蓄熱技術の開発：利用者単位での日間需要変動平準化 ・ 大規模蓄熱技術の開発：システム全体での季節間需給変動平準化（帯水層蓄熱・ボアホール蓄熱） ・ AI/IoT活用（電力システムとの連動、DR技術の開発）、ノウハウ蓄積、標準化 ◆ DR、アグリゲーションビジネス市場の創出・確立、政策誘導
・ 低温度帯の再エネ熱の最大限かつ経済的な活用	・ 低温熱供給での配管敷設の技術の開発・ノウハウ蓄積、標準化、コスト低減 ・ 既設の熱供給システムへの再エネ熱導入、複数熱源を組み合わせた設計・運転最適化の技術の開発、ノウハウ蓄積、実証 ◆ 地方自治体主導での配管敷設など公的支援による事業環境整備
・ 共通課題（基盤技術）	・ 導入ポテンシャルの可視化、シミュレーション ・ シミュレーションに基づく、最適な面的システムの構築 ・ 再エネ熱ポテンシャル情報の高度化（マッピング解像度向上、熱利用の適性判定）

(参考)

再生可能エネルギー熱の種類

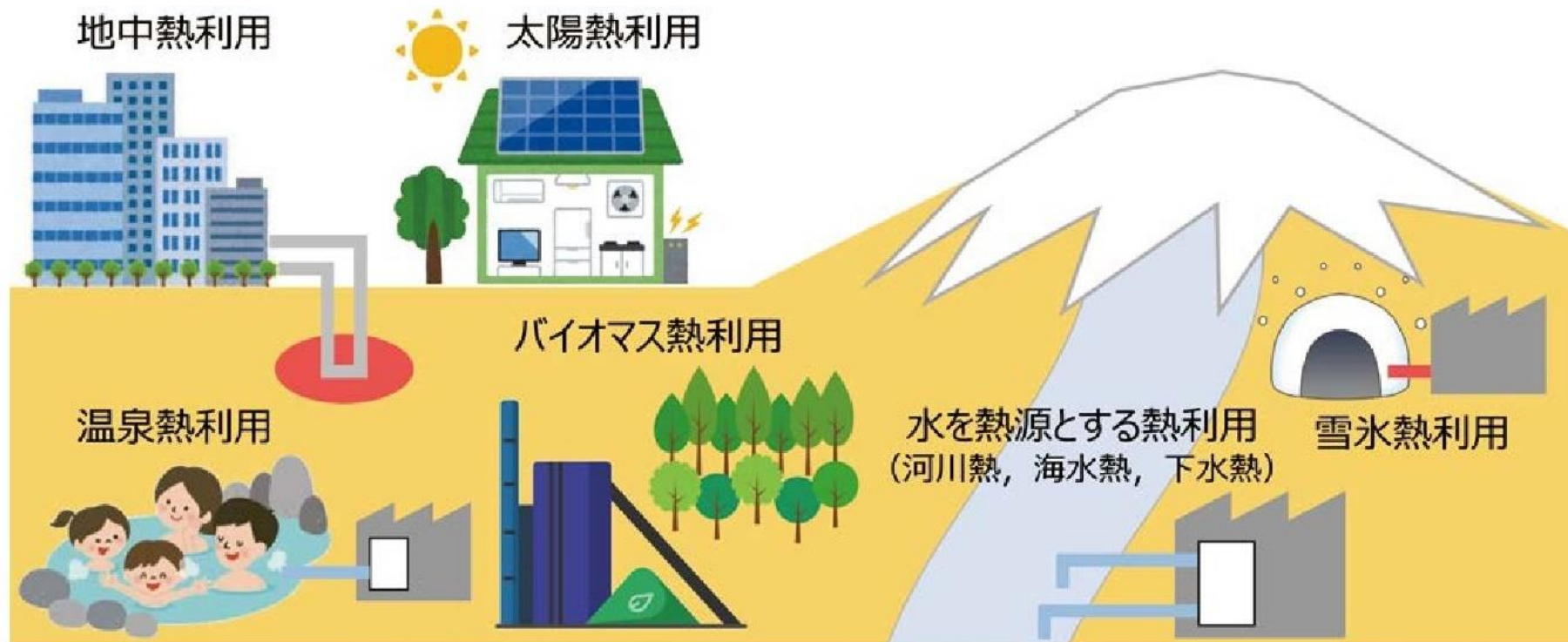


再生可能エネルギー(電気)

太陽光、風力、水力、バイオマス、地熱（固定価格買取制度の対象）

再生可能エネルギー(熱)

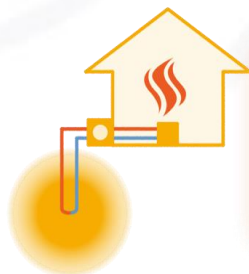
太陽熱、地中熱、バイオマス熱、雪氷熱、温泉熱、河川熱、海水熱、下水熱



各再生可能エネルギー熱の概要

地中熱利用

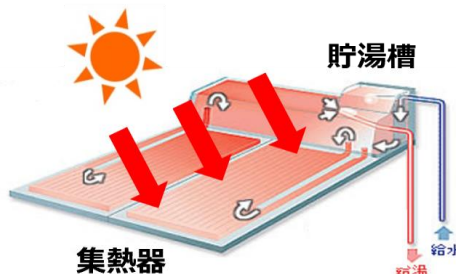
昼夜間又は季節間の温度変化の少ない浅い地盤中(通常地下10~200m位)と外気や水熱媒を熱交換することにより、冷暖房や給湯等に利用。



地下の温度は年間を通してほぼ一定であり、地上と比べて夏は涼しく、冬は暖かい。

太陽熱利用

太陽光エネルギーが集熱器へ照射することによって発生する熱エネルギーを使い、水や空気等の熱媒体を温め、給湯や暖房等に利用。



バイオマス熱利用

動植物に由来するバイオマス原料を直接燃焼したり、メタン発酵によってバイオガスとして燃焼することで熱源として利用。



原料は木質チップや下水汚泥など多種多様である。

雪氷熱利用

冬季に降り積もった雪や冷たい外気によって凍結した氷などを冷熱源として夏季まで保存しておき、その冷気や融けてできた冷たい水を冷房等に利用。



寒冷地の気象特性を活用するため利用地域は限定されるが、冷熱として活用可能。

温泉熱利用

源泉や排湯の熱エネルギーを利用。熱利用後の温泉温度に応じて、二次利用、三次利用と多段階的な活用も可能。



海水・河川・下水熱利用

河川・海水・下水の水温は夏は気温よりも低く、冬は気温よりも高いため、夏は冷熱、冬は温熱として利用。



水源があれば活用可能で、規制等があるが比較的適用範囲が広い。

再エネ熱利用にかかるNEDOプロジェクトの経緯

2011年

再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業(2011-2013)

熱の定量化・経済価値化のための熱量計測方法の確立
(太陽熱・地中熱・雪氷熱)

2014年

再生可能エネルギー熱利用技術開発(2014-2018)

- ・コストダウンを目的とした各要素技術開発
- ・ポテンシャル評価技術開発
- ・トータルシステムの高効率化
(太陽熱・地中熱・温泉熱・雪氷熱・バイオマス熱)

2019年

再生可能エネルギー熱利用にかかる
コスト低減技術開発 (2019-2023)

- ・自立的な再エネ熱の普及に重点を置き、システム全体に関わるコンソーシアム体制での実用化技術開発、および普及方策の策定。
- ・地中熱利用システム設計の最適化に必要な共通基盤技術の開発。

トータルコスト20%
以上低減

2023年

トータルコスト30%
以上低減

2030年

再エネ熱利用にかかるNEDOプロジェクトの実施体制



- 低炭素/脱炭素社会の実現に資する再エネ熱利用の普及拡大を目指し、永続的に利用できる再エネ熱（地中熱、太陽熱等）を利活用したコストダウンに資する高効率機器の開発、蓄熱や複数熱源を組み合わせたシステムの実用化技術の確立、共通基盤技術の開発に取り組む。
- 8テーマ（助成事業6件、委託事業2件）の体制で実施。

再生可能エネルギー熱利用システムにかかるコスト低減技術開発

地中熱利用システムの 低コスト化技術開発 （助成事業）

給湯負荷のある施設への導入を想定した地中熱利用ヒートポンプシステムの研究開発

直接膨張式地中熱ヒートポンプシステムとその施工・設置に係るコスト削減技術の開発

ZEB化に最適な高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの研究開発

寒冷地のZEB・ZEHに導入する低コスト・高効率間接型地中熱ヒートポンプシステムの技術開発

太陽熱等利用システムの高度化 技術開発 （助成事業）

天空熱源ヒートポンプ（SSHP）システムのライフサイクルに亘るコスト低減・性能向上技術の開発

温泉熱等の再エネ熱を活用した分散熱源による熱源水ネットワークシステムのトータルコスト低減技術開発

高度化・低コスト化の ための共通基盤技術開発 （委託事業）

見かけ熱伝導率の推定手法と簡易熱応答試験法および統合型設計ツールの開発・規格化

オープンループ方式地中熱利用における最適設計方法の研究

助成率

- ・ 助成事業：助成対象費用の1/2以内（助成額上限：年間1億円）
- ・ 委託事業：100%

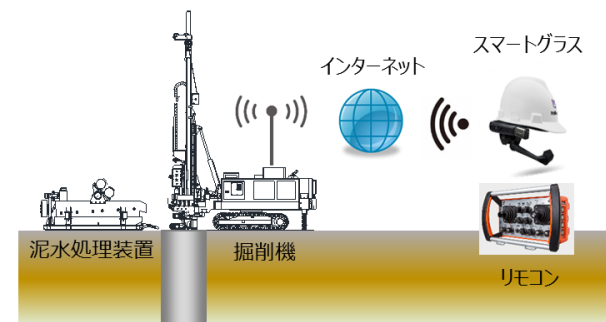
(1) 地中熱利用システムの低コスト化技術開発

1. 給湯負荷のある施設への導入を想定した地中熱利用ヒートポンプシステムの研究開発

・掘削の省人化・省力化

・地中熱利用CO2冷媒ヒートポンプ給湯機の開発

助成先：(株)ワイビーエム、昭和鉄工(株)



掘削機の省人化・省力化

2. 直接膨張式地中熱ヒートポンプシステムとその施工・設置に係るコスト削減技術の開発

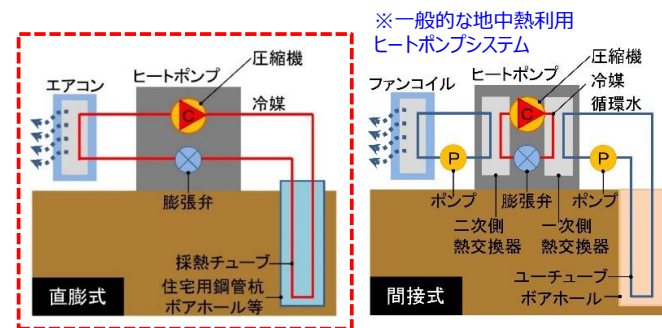
・高効率な直接膨張式ヒートポンプユニットの開発

・地中熱交換器施工法の開発

＜浅層＞ ＜小孔径ボアホール＞ ＜本設鋼管杭利用＞

・最適設計法の開発

助成先：(株)藤島建設、(株)ハギ・ポー、中外テクノス(株)、伊田テクノス(株)



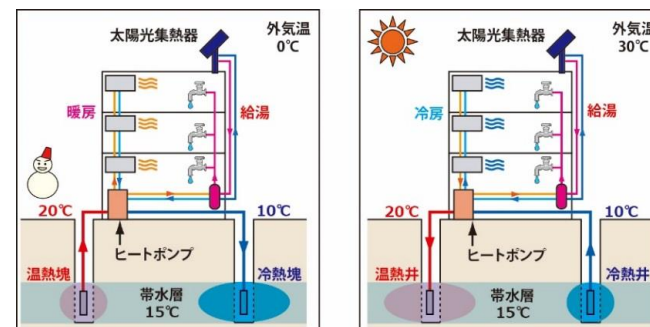
直膨式・間接式比較図

3. ZEB化に最適な高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの研究開発

・高効率帯水層蓄熱を利用した熱供給（空調・給湯・融雪）システムを開発し、ZEB建物で実証

・専用ヒートポンプの高効率化・井戸洗浄方法の開発

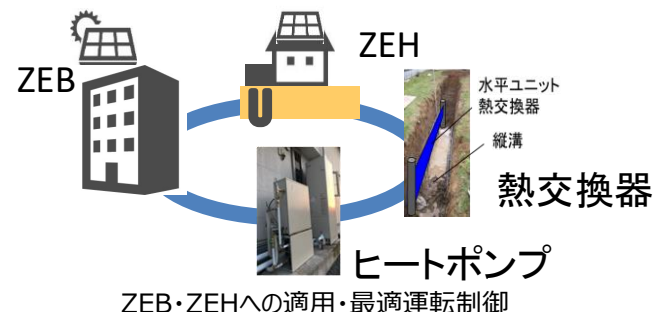
助成先：日本地下水開発(株)、ゼネラルヒートポンプ工業(株)



再エネ熱利用にかかるNEDOプロジェクトのテーマ②

4.寒冷地のZEB・ZEHに導入する低コスト・高効率間接型地中熱ヒートポンプシステムの技術開発

- ・ **寒冷地でのZEB・ZEH建物に導入可能な地中熱ヒートポンプシステムの設計・評価手法の確立**
- ・ **新たな地中熱交換器および設置技術の開発**

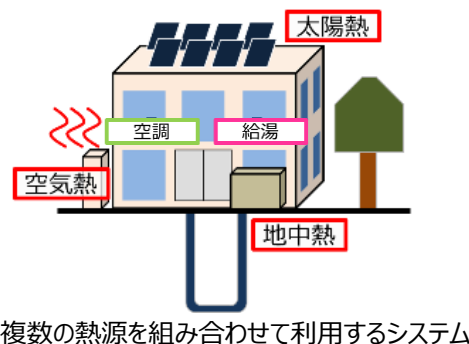


助成先：国立大学法人北海道大学、エムズ・インダストリー(株)、棟晶(株)、北海道電力(株)、(株)イノアック住環境、サンポット(株)

(2) 太陽熱等利用システムの高度化技術開発

5.天空熱源ヒートポンプ（SSHP）システムのライフサイクルに亘るコスト低減・性能向上技術の開発

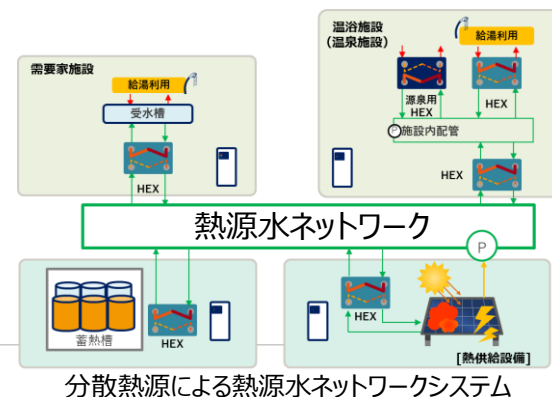
- ・ **太陽熱を中心とした地中熱等複数の熱源を利用したシステムの運転最適化および実証**
- ・ **システム導入検討ツールの作成**



助成先：鹿島建設(株)、ゼネラルヒートポンプ工業(株)

6.温泉熱等の再エネ熱を活用した分散熱源による熱源水ネットワークシステムのトータルコスト低減技術開発

- ・ **温泉熱や太陽熱等の多様な再エネ熱を利用した分散熱源による熱源水ネットワークシステムの、導入検討支援ツールと熱売買制御システムの開発**



助成先：(株)総合設備コンサルタント、広沢電気工業(株)

(参考)

再エネ熱利用にかかるNEDOプロジェクトのテーマ③



(3) 高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発

7. 見かけ熱伝導率の推定手法と簡易熱応答試験法および統合型設計ツールの開発・規格化

- ・見かけ熱伝導率の推定手法開発・規格化 (水文地質学的・統計学的)
- ・**簡易TRT手法の開発**および規格化 (大口径水井戸・コンパクト・短期間)
- ・**統合型設計ツールの開発 (Ground Clubベース)** : オープンループ、ATESシステムへの拡張等

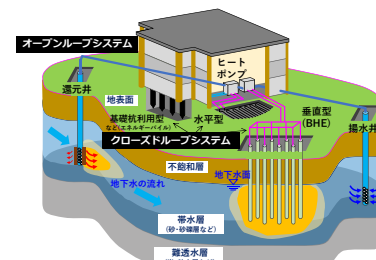
委託先 : 北海道大学・秋田大学・産総研

8. オープンループ方式地中熱利用における最適設計方法の研究

- ・**システムシミュレーションツールの研究開発 (LCEMベース)**
- ・地下水揚水可能量予測手法の研究開発 (広域的な透水係数推定手法、地盤調査ボーリング孔を利用した透水係数推定手法)
- ・地下水還元可能量予測手法の研究開発

委託先 : 岐阜大学

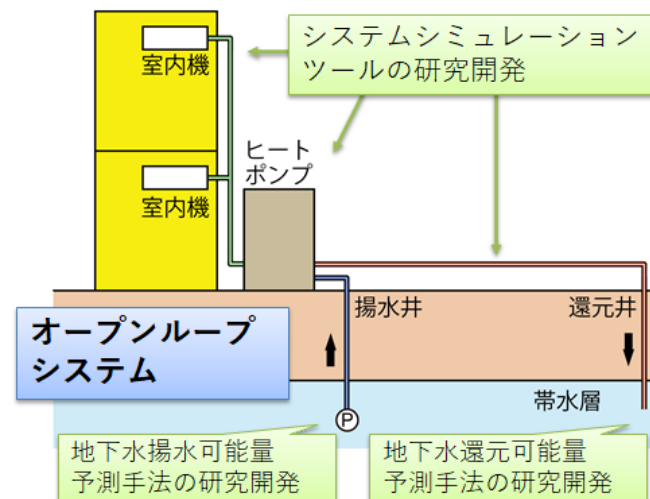
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構



統合型設計ツールイメージ図



簡易TRT手法の開発



研究開発概念図

次期プロジェクトの構想について【2024年度～】①

現行プロジェクトでは、主に戸建住宅や小規模事務所（ZEB、ZEHを含む）等へ導入する再エネ熱（地中熱、太陽熱）利用システムの低コスト化・高効率化に係る技術開発を実施。



次期プロジェクトでは、複数建物、集合住宅、中小規模事務所・公共施設等（ZEB、ZEHを含む）へ導入する再エネ熱利用システム、複数需要家への面的熱供給システム等、スケールメリットを活かした熱利用に係る技術開発を行うことで、更なる再エネ熱の導入拡大を目指す。

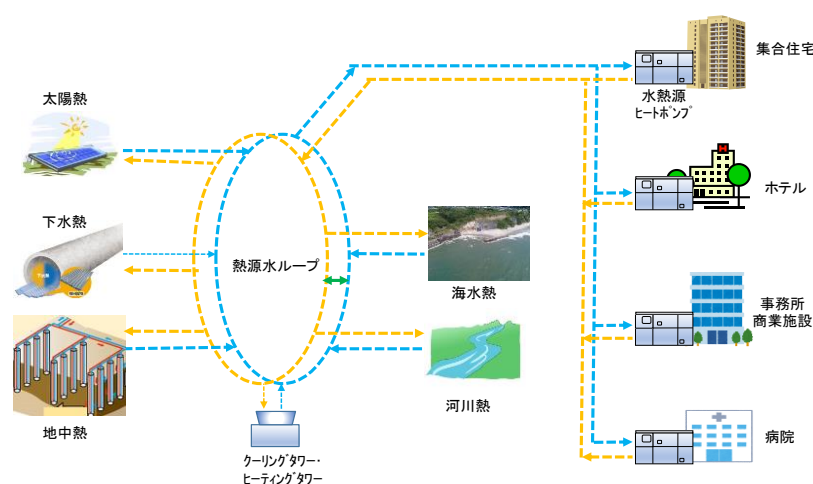
面的熱供給のイメージ

中央熱源方式



出典：日本熱事業協会パンフレット

熱源水ネットワーク方式



出典：NEDO成果報告書(2022)

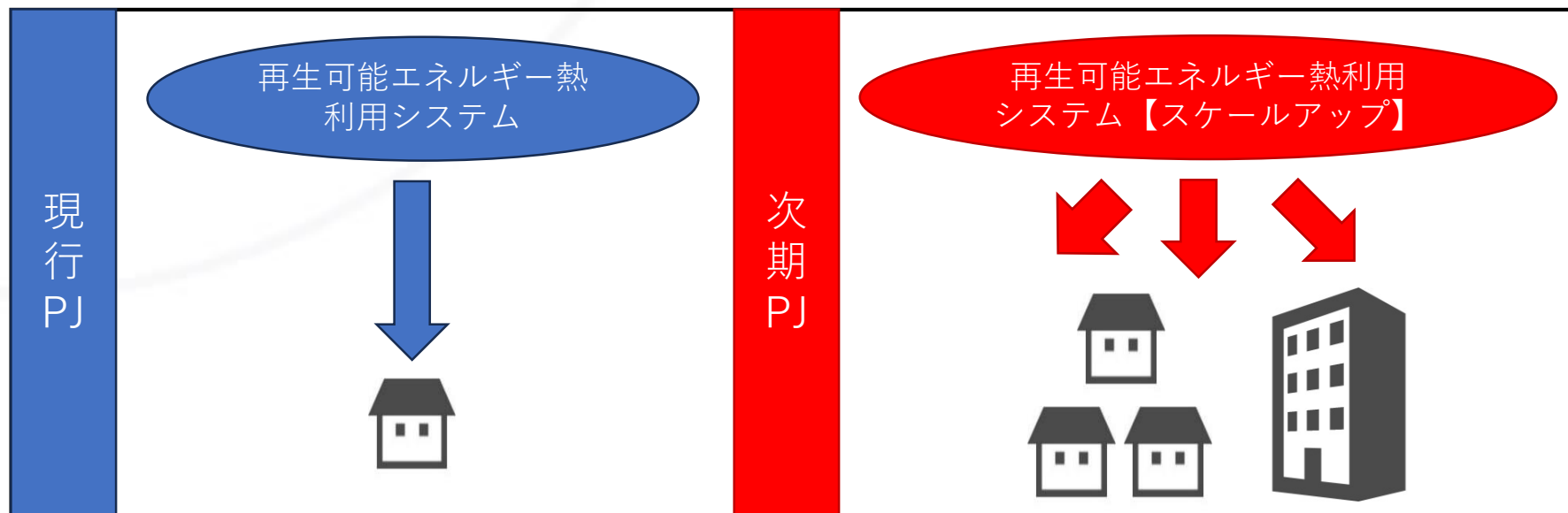
次期プロジェクトの構想について【2024年度～】②

【事業目的】

2030年のエネルギーミックス達成およびそれ以降の低炭素・脱炭素社会の実現には、再生可能エネルギー熱利用の普及促進に向けた技術開発および社会実装が不可欠です。

本事業では、複数建物や熱負荷の大きい建築物の熱需要を、単一もしくは複数再エネ熱により大容量化した熱エネルギーで賄う熱利用システムの低コスト化・高度化技術の実証、それらに関連する要素技術の確立、および面的熱利用に資する共通基盤技術の規格化・標準化を図ることで、さらなる再エネ熱利用の導入拡大を目指します。

【概念図】



(参考) 次期プロジェクトの構想について【2024年度～】

NEDO POST

2024年度新規プロジェクト（案）概要



プロジェクト名：再生可能エネルギー熱の面的利用システム構築に向けた技術開発

作成：2024年1月

研究開発の目的

第6次エネルギー基本計画（2021年）では、再生可能エネルギー熱（以下「再エネ熱」）について、「地域の特性を活かした再エネ熱をより効果的に活用していくことも重要である」「複数の需要家群で熱を面的に融通する取組への支援を行うことで、再エネ熱の導入拡大を目指す」と明示されている。

本プロジェクトでは、複数の熱需要家や様々な熱供給源、蓄熱設備を結んで熱需要網を構築し熱を融通し合うことで、スケールメリットを活かした再生可能エネルギー熱の面的利用システムについて実証及び関連する研究開発を通じ、再エネ熱利用のより一層の普及を目指す。

プロジェクトの規模

- ・事業費総額(NEDO負担分)：20億円(委託／1/2助成)（予定）
- ・2024年度政府予算額：3億円（需給）（予定）
- ・実施期間：2024～2028年度（5年間）

研究開発の目標

- 再エネ熱利用システムに資する要素技術開発**
実証試験を通して、コスト低減もしくは性能向上に寄与する新たな装置、設備、システム等を開発する。
- 再エネ熱利用システムの低コスト化・高度化技術実証**
プロジェクト最終年度時点で再エネ熱利用システムのトータルコストの削減率20%以上（2024年比）を達成することを算出して示す。
- 再エネ熱利用システムに資する共通基盤技術開発**
面的熱利用システムに係るポテンシャル情報、評価手法、最適運転技術、導入効果評価シミュレーター及び最適運用エミュレーター技術等を技術導入のためのマニュアル（ガイドライン、ガイドブック等）としてまとめる。

研究開発の内容

- 再エネ熱利用システムに資する要素技術開発**
これまで日本では技術的に確立されていない地中熱交換井の掘削工法、地中熱交換器の開発・施工、地中蓄熱システム、太陽熱の冷房需要対応のための高温水化・省設置スペース化等の再エネ熱利用に関わる要素技術を対象に、実証試験を通して、コスト低減もしくは性能向上に寄与する新たな装置、設備、システム等を開発する。
- 再エネ熱利用システムの低コスト化・高度化技術実証**
地域特性を活かした単一もしくは複数の組合せからなる再エネ熱等を熱源として、複数建物、集合住宅、事務所、公共施設等の複数熱需要先に導入するための熱利用（空調、給湯、融雪等）システム、熱需要変動を平準化するための蓄熱システム等の低コスト化・高効率化に資する設計及び技術を実証する。（1/2助成）
- 再エネ熱利用システムに資する共通基盤技術開発**
再エネ熱の導入拡大に資するためのポテンシャル情報の高度化、システム性能評価、エネルギーマネジメント技術開発、並びに面的利用の導入効果評価シミュレーター及び最適運用エミュレーター等を共通基盤技術として開発する。

研究開発のスケジュール



1. NEDOの役割

2. 再生可能エネルギー熱について

- ・ 太陽熱・地中熱等の動向
- ・ プロジェクト紹介

3. 地熱発電について

- ・ 動向及びプロジェクト紹介

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」



① 洋上風力・太陽光・地熱産業 (地熱) の成長戦略「工程表」

- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年		～2050年
リスクマネー供給、 理解促進	・JOGMECによる地熱資源調査								
				・JOGMECから事業者への引き継ぎ ・事業者による開発					
	・地熱開発事業者に対する助成金、出資、債務保証等の開発支援								
	「地熱開発加速化プラン」の推進 ・地球温暖化対策推進法に基づく地熱開発の促進区域の指定 ・温泉事業者等の地域の不安や自然環境への支障を解消するための科学データの収集・調査を通じ円滑な地域調整の実施 ・地域の不安払拭や合意形成に資する温泉モニタリングの推進								
関連法令の 運用見直し	・自然公園法の運用見直し（自然公園内における地熱発電等の許可基準及び審査要件の明確化等）								
	・温泉法の運用見直し（離隔距離規制や本数制限等についての撤廃を含めた点検、規制の内容及び科学的根拠の公開、科学的知見を踏まえた考え方や方向性の提示等）								
	・その他の法令等を含めて、随時見直しについて検討し、必要に応じて措置								
次世代型地熱 発電技術 （超臨界地熱 発電技術）	・大深度の掘削技術の開発 ・強力な酸性・超高温の流体対策（抗井やタービンの腐食防止等）					国内数カ所において、 超臨界地熱発電技術 を用いた発電実証事 業を実施		商用化に向けた調査、 開発及び建設 （リードタイムを、約 10年と想定）	
	ポテンシャルの調査				← NEDO事業として実施中				

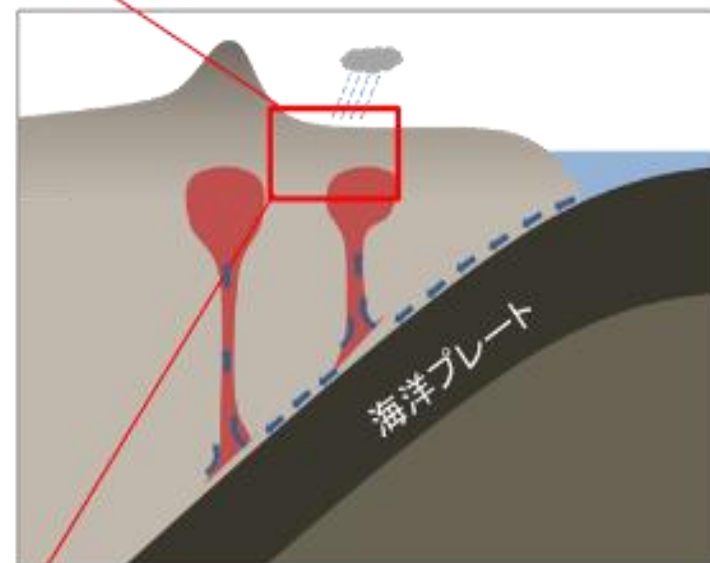
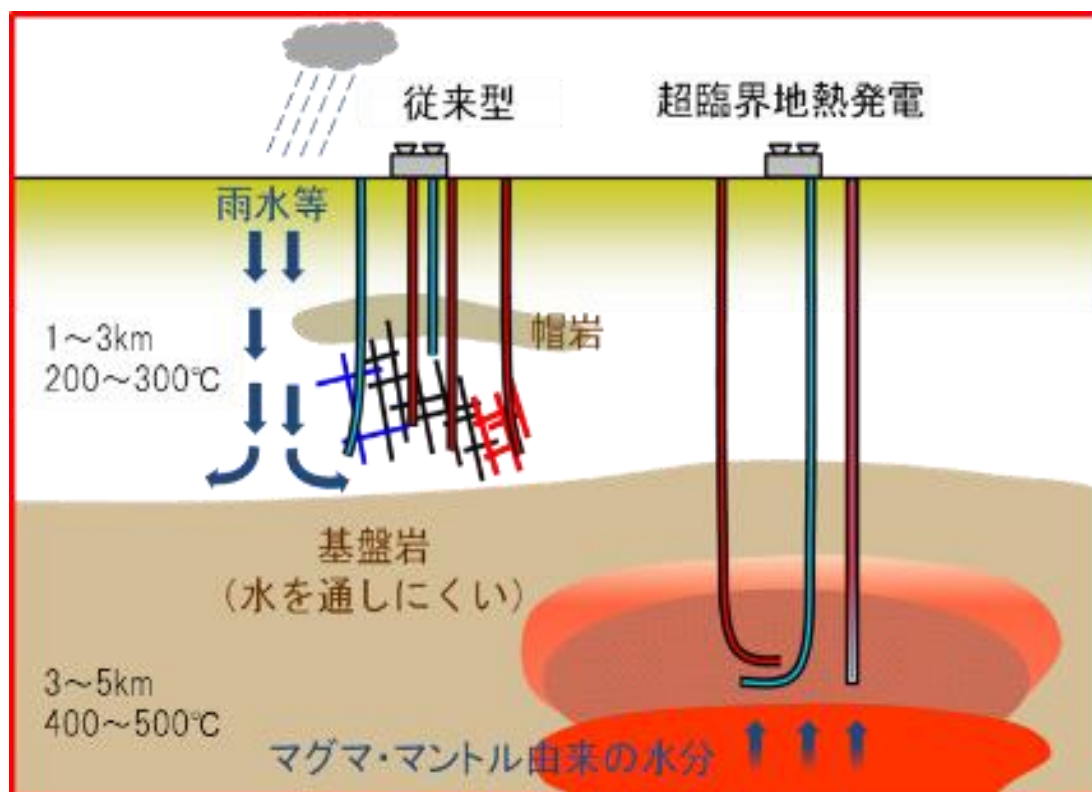
← NEDO事業として実施中

表 地熱発電開発の国の支援体制概要

対象		地下部分 (資源探査、貯留槽、掘削等)	地上部分 (井戸～地上設備、環境保全技術等)
導入 支援	在来型地熱	 資源量調査補助金、 出資・債務保証事業等	資工庁 固定価格買取 制度等
	在来型地熱・EGS	 地熱発電技術研究 開発事業	 地熱発電技術研究 開発事業
技術 開発	超臨界地熱発電	 超臨界地熱発電技術研究開発事業	

超臨界地熱資源の概要(次世代型)

海洋プレートの移動で地下に引き込まれた海水由来の水分が、マグマの上部に超臨界地熱資源として賦存していると考えられており、これを利用することで、地熱発電容量の更なる増大が期待されています。メリットとして、「単位kWあたりの敷地改変面積低減が可能」となり、「環境負荷が低い」点があります。



- ・2012年度のFIT制度施行を受け、2013年度より地熱発電の導入拡大を推進するため、地熱研究開発事業を再開。
- ・2010年度「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」（2010年12月閣議決定）を踏まえ、2012年度から地熱資源開発・調査業務はJOGMECへ移管。
- ・地熱利用技術開発に係る業務は、引き続きNEDOが実施。

FY2013～2020

地熱発電技術研究開発

- ・高機能地熱発電システムの機器開発
- ・小型バイナリー発電システム開発
- ・環境保全対策技術開発
- ・高度利用化技術開発
- ・地熱発電革新的技術開発
- ・超臨界地熱の実現可能性調査
(FY2017)

2021

FY2018～2020

**超臨界地熱発電
技術研究開発**

- ・超臨界地熱資源評価
- ・調査井資材等の開発
- ・貯留層セーリング手法開発

FY2021～2025

地熱発電導入拡大研究開発

- ・①超臨界地熱資源技術開発
- ・②地熱発電高度利用化技術開発
- ・③環境保全対策技術開発

ご静聴ありがとうございました



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

New Energy and Industrial Technology Development Organization