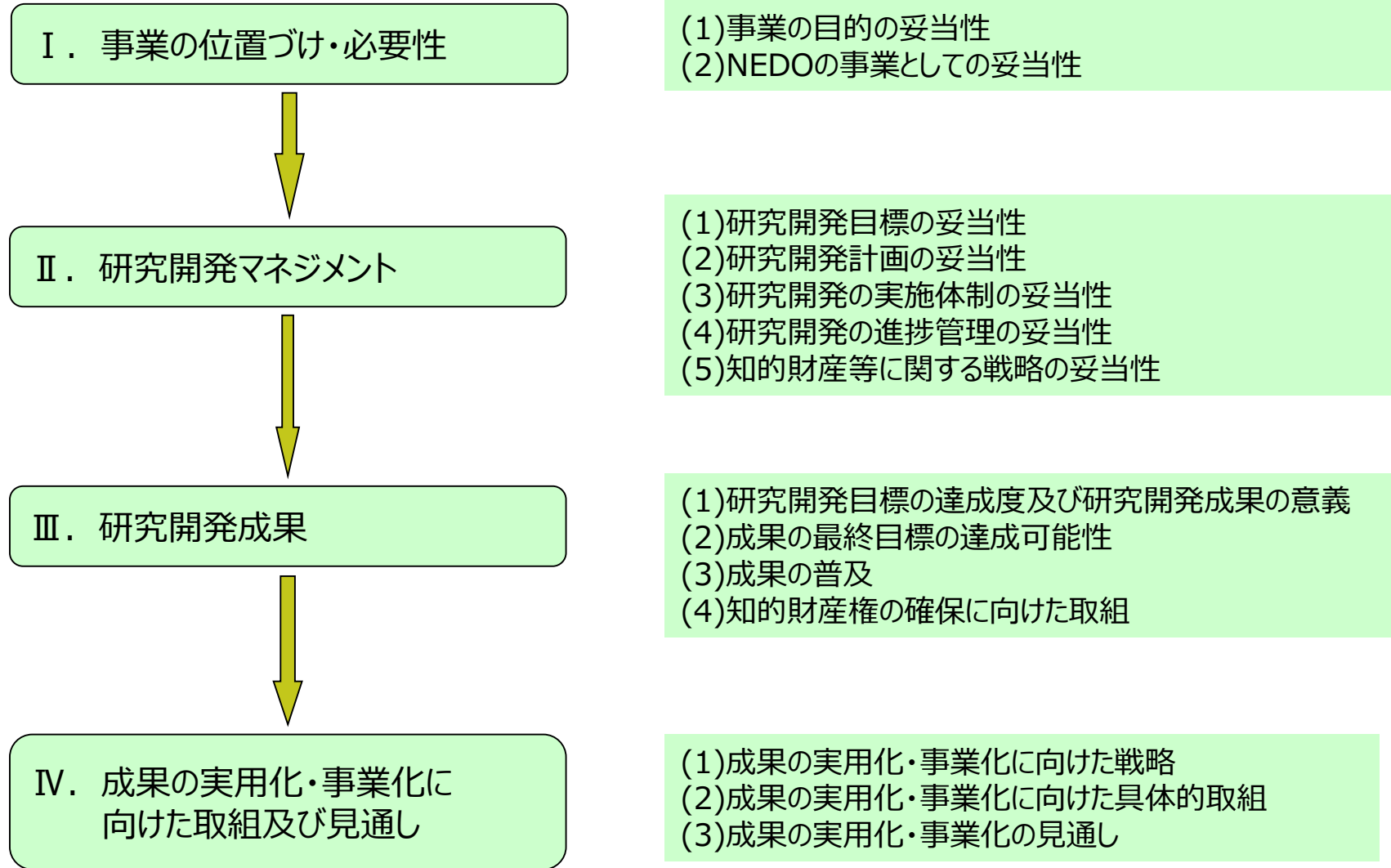


**「再生可能エネルギー熱利用にかかる
コスト低減技術開発」 (中間評価)
(2019~2023年度 5年間)
プロジェクトの概要 (公開)**

NEDO

新エネルギー部

2021年9月3日



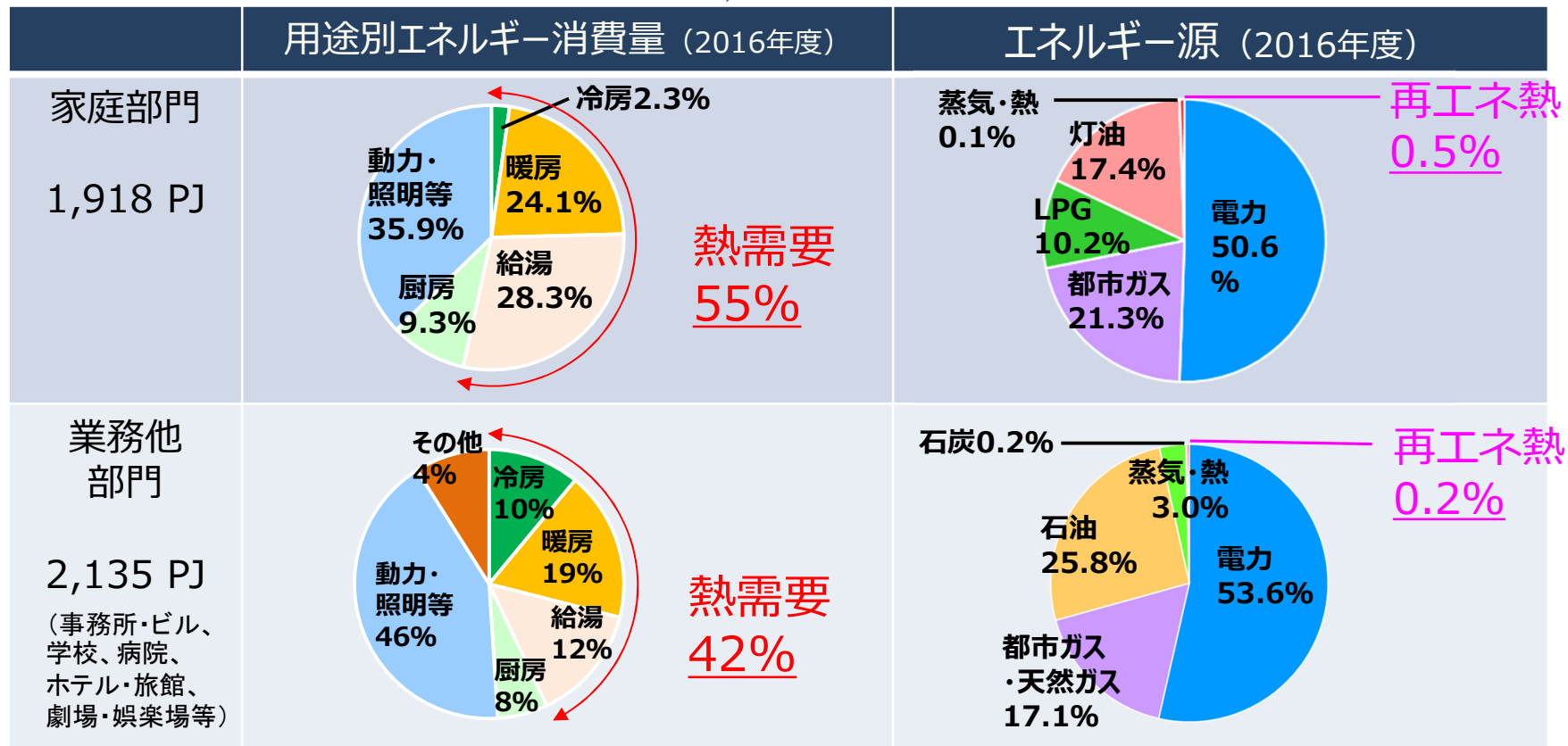
◆事業実施の背景と事業の目的

○熱の直接利用は変換ロスが小さく、エネルギーの有効活用に繋がる。

熱需要は大きい

が、しかし

再エネ熱の利用割合は小さい



出典：エネルギー白書 (2018)

出典：エネルギー需給実績 (2016年度)

再エネの利用拡大には電力だけではなく熱の利用も重要

◆政策的位置付け

■長期エネルギー需給見通し(2015年7月)

- ・多様なエネルギー源の活用 再生可能エネルギー熱を含む熱利用の面的な拡大など地産地消の取組を推進する。
- ・2030年までの再生可能エネルギー熱利用の導入見通し・・・**1,341万kL**

■第5次エネルギー基本計画(2018年7月)

- ・我が国のエネルギー消費の現状においては、熱利用を中心とした非電力での用途が過半数を占めており、**エネルギー利用効率を高めるためには、熱をより効率的に利用することが重要であり、そのための取組を強化することが必要になっている。**
- ・**再生可能エネルギー熱**をより効果的に活用していくことも、エネルギー需給構造をより効率化する上で効果的な取組となると考えられる。
- ・こうした熱源がこれまで十分に活用されてこなかった背景には、**利用するための設備導入コストが依然として高い**という理由だけでなく、**設備の供給力に比して地域における熱需要が少ない**など、**需要と供給が必ずしも一致せず事業の採算が取れないことや、認知度が低く、こうした熱エネルギーの供給を担う事業者が十分に育っていない**ことも大きな要因であり、**こうした熱が賦存する地域の特性を活かした利用の取組を進めていくことが重要である。**

◆再エネ熱の親和性

■ 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2020年12月)

・⑫住宅・建築物産業：【今後の取組】新たなZEH・ZEBの創出および規制活用

評価制度の確立を通じた省エネ住宅・建築物の長寿命化の推進

・⑭ライフスタイル関連産業：【今後の取組】普及のためのコスト低減、実証にとどまらないビジネスの確立

ZEH・ZEB、需要側機器、地域の再生可能エネルギー、EV/FCV等を組合せ、最適化するための多種多様な機器等を自律制御や遠隔制御する手法の確立や市場形成。需要近接型再エネ電気・熱の技術の実証・社会実装、普及を図る。

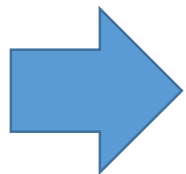
【出典】資源エネルギー庁

■ 地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する避難施設等への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業(2021年)

昨今の災害リスクの増大に伴い、災害・停電時の避難施設等へのエネルギー供給等が可能な再エネ設備等を整備し、併せて避難施設等への高機能換気設備の導入の推進や感染症対策を踏まえた地域の防災体制構築を推進することにより、地域のレジリエンス（災害や感染症に対する強靱性の向上）と脱炭素化を同時実現する地域づくりを推進。

【出典】環境省

再エネ熱の役割



- ・再エネ熱のZEB・ZEHへの導入（現在は省エネとして）
- ・再エネ熱利用の大規模化：地方創生、地域レジリエンス、地域熱供給

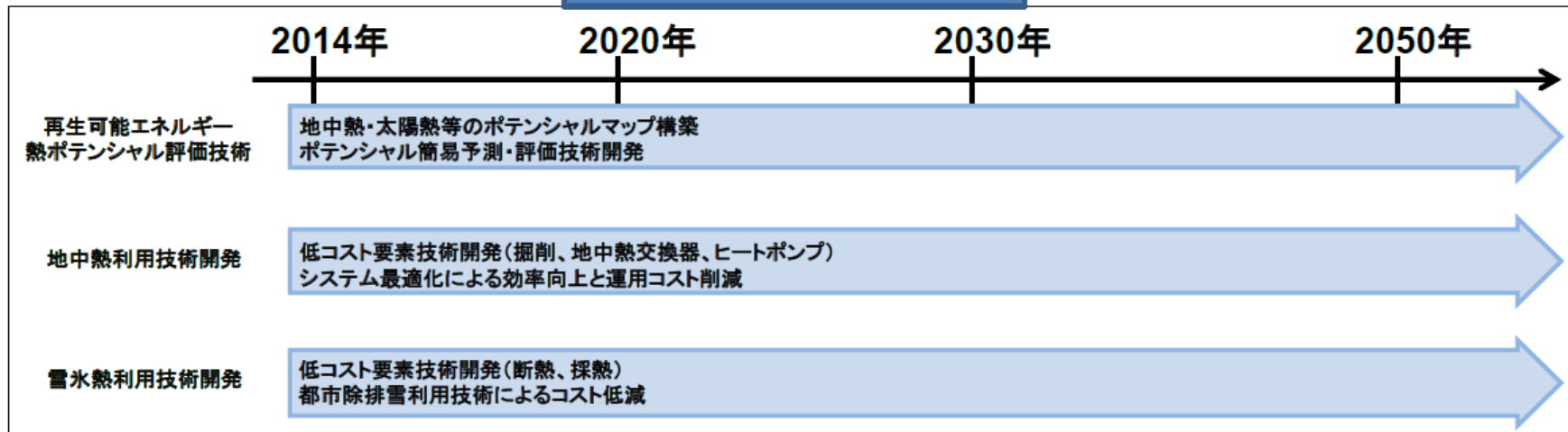
1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆技術戦略上の位置付け(2014.12 エネルギー関係技術開発ロードマップ)

13. 再生可能エネルギー熱利用

当該技術を必要とする背景	当該技術の概要及び我が国の技術開発の動向	導入に当たっての制度的制約等の社会的課題
<ul style="list-style-type: none"> ○エネルギー消費に占める冷暖房、給湯等の熱需要の割合は、業務部門で43%、家庭部門で57%と大きい。 ○再生可能エネルギー熱は、再生可能エネルギー電気と並んで重要な地域性の高いエネルギーである。需要と結びつけることにより、経済性も踏まえ効果的に活用することが重要。 ○しかし、熱利用設備はイニシャルコストやランニングコストが高く、低コスト化、高効率化に向けた技術開発が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ○地中熱利用では、我が国の地盤に適合した掘削手法・技術、熱交換器等の開発により導入コスト削減を目指すと共に、構成要素を統合したシステムの最適設計技術開発により運用コスト低減を目指す。 ○雪氷熱利用では、断熱・採熱などの要素技術及び、都市除排雪利用技術等の開発によりコスト低減を目指す。 ○太陽熱利用では、太陽熱冷暖房システムについては技術的にはほぼ確立されているが、更なるコスト低減のための高効率化が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ○熱エネルギーは送電可能な電気と異なり、需要と供給が地理的に近接していることが必要。 ○熱利用システムの標準化やシステムインテグレータを担う人材の育成の推進。 ○熱の計量方法の確立と、環境価値を経済価値として取引可能なグリーン熱証書制度の普及推進。 ○普及のための認知度向上。

技術ロードマップ



備考(海外動向、他の機関における取組)

- 地中熱ヒートポンプは、熱需要が潤沢な北欧を中心に家庭用・業務用の暖房市場において一定のシェアを持つ。
- 欧米の地盤は日本より掘削しやすく、地中熱システム設置は日本より安価に導入可能である。

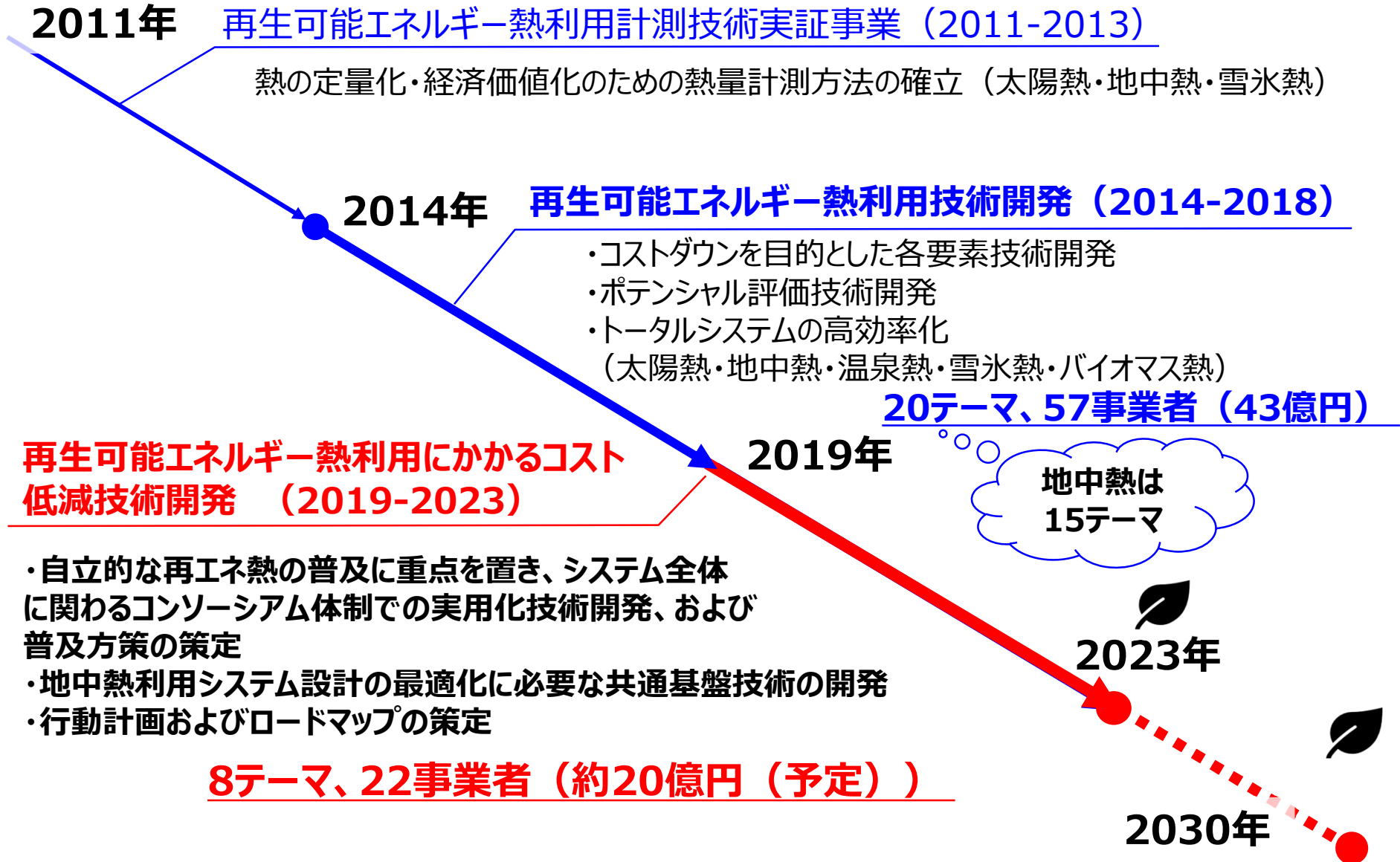
○海外における再エネ熱関連のロードマップ策定状況

海外では、再エネ熱の具体的な数値目標を提示。

国名	名称	公表時期	数値目標および策定概要
米国	Geo Vision Roadmap	2019	①地中熱ヒートポンプシステムの設計及び設置の標準化 ②地域冷暖房システムの市場導入拡大 ③地中熱の経済性を向上する条件の特定 ④ヒートポンプの熱交換メカニズム、システム設計の改善
ドイツ	Innovations for the energy transition, 7.Energy research program	2018	地中熱を利用した冷暖房設備の拡大が将来のエネルギー供給にとって不可欠な戦略的目標
オランダ	Master Plan Geothermal Energy in the Netherlands	2018	熱セクターにおいて2030年までに2千万 t CO ₂ 、2050年までにさらに3.6千万tCO ₂ の削減が必要 イノベーションが必要な分野： 地中熱と他熱源の連携や蓄熱利用（帯水層蓄熱；ATESなど）
オーストリア	Mission 2030 Austrian Climate and Energy Strategy	2018	冷暖房需要の削減および化石燃料による暖房の再エネへの転換が必要。 →高効率地域熱供給、建築規則の変更 2030年までに200万tCO ₂ 削減（2016年比） 2045年頃までにはさらに150万tCO ₂ 削減
フランス	Geothermal energy Strategic Roadmap	2011	2020年までに再エネ熱を1千万石油換算トン増加（2006年比）

(出典) 「海外における再生可能エネルギー熱利用のロードマップおよび共通基盤技術に係る調査」 (NEDO, 2020年) を基に作成

◆技術戦略上の位置付け



◆ 国内外の研究開発の動向と比較

海外における技術開発動向一覧 (地中熱)

海外でもコスト削減の可能性やシステム効率の改善を研究

※赤字はNEDO事業でも実施した技術開発

分類	ターゲット要素	米国	欧州
要素技術	地中熱交換器	高効率地中熱交換器の実証	熱交換効率の高い形状検討・試作・実証 熱伝導率の高い材質の検討
	掘削	-	最適なドリルヘッド、制御技術、自動化技術の開発
	地中熱用ヒートポンプ	-	温暖地域で高COPが実現可能な機器 水・空気デュアル熱源ヒートポンプ
	グラウト材	-	熱伝導率特性向上のための新規添加剤 蓄熱効果のある相転移物質の検討
	循環ポンプ	運用方法の最適化による消費電力削減	-
システム全体	システム	地中熱ヒートポンプシステムの経済性を横断的に評価可能な評価手法の確立	プラグアンドプレイで動作可能なシステム 他の熱源との統合制御
	熱拡散解析	-	熱交換器に応じた熱拡散のシミュレーション
	季節間蓄熱	-	既存井を活用した季節間蓄熱 季節蓄熱の新規材料検討
	その他	周辺機器を含めた運用方法最適化	温暖地域での高効率システム

(出典) 「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, 2018年1月) に加筆

◆国内技術の優位性

分類	要素	強み
要素技術	機器	少数であるが、地中熱交換器、ヒートポンプ機器共に 国内で生産・販売 。
	制御	海外に比べ、他機器との連動や細やかな制御が可能。
	掘削	NEDO事業で地中熱交換井専用の掘削機を開発（自動化、コンパクト化など）。
	設計	地域や地質条件に応じて 様々な熱交換方式* が採用可能。地域によっては適地マップも存在。
地域条件	地下条件	国内には様々な地下条件（地質、地下水）が存在しており、地域・場所に適した効果的な地中熱が利用可能。
	気候条件	寒冷地：暖房過多であり、有効。 融雪にも適用可能 。 温暖地：冷暖房に加え、給湯利用に適用可能。

*クローズド方式：ボアホール、基礎杭、水平型、シート状、土留壁等
オープンループ方式：揚水・還元型、帯水層蓄熱（ATES）、タンク式等

- ・ **国産の機器設備で地中熱の導入が可能。**
- ・ **国内の地域・地下条件を活かし、場所に応じた効果的な地中熱を導入可能。**

◆地中熱における国内の基準、導入補助等

「地中熱利用にあたってのガイドライン」(環境省 水・大気環境局, 2012, 2015, 2018)

2012年

官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン(案)(国土交通省, 2013)

公共建築工事標準仕様書(機械設備工事編)(国土交通省, 2013)

2014年

建築設備設計基準(国土交通省, 2015)

2016年省エネルギー基準(非住宅建築物)
地中熱ヒートポンプシステムの熱源水温度計算方法
(国土交通省国土技術政策総合研究所他, 2016~)

※省エネ基準webプログラムに地中熱を導入(オープン・クローズド)

○再生可能エネルギー等導入
地方公共団体支援基金
(環境省 2011-2015)

建築設備設計基準

(国土交通省, 2018~)

2018年

地中熱に関する基準等

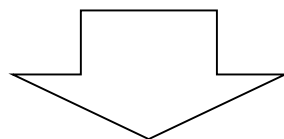
○地中熱に関する導入補助

- 再生可能エネルギー熱事業者支援事業(経産省 2016-2018)
- 地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金(経産省 2016-2020)
- 再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業(環境省 2016~2021)
- 廃熱・未利用熱・営農地等の効率的活用による脱炭素化推進事業(環境省一部農林水産省連携事業 2017~2021)
- 地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する避難施設等への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業(2021~)

2021年

◆NEDOが関与する意義

課題	内容
社会的課題	<ul style="list-style-type: none">・カーボンニュートラルの実現には再生可能エネルギー電力だけでなく、熱も必要。⇒一次エネルギー供給構造の改善に貢献。エネルギー安全保障の確保・ZEB/ZEHの実現には、熱需要に対する高効率な設備導入が不可欠。⇒地域や建物条件に応じたシステムの導入を考慮。
研究開発課題	<ul style="list-style-type: none">・システムの低コスト化、高効率化のための各機器単体開発では限界⇒企業単独では開発リスクが高い。⇒上流から下流までが一体となったシステム全体の開発が必要。⇒高度化＝低コスト化のためには大学や研究機関の関与が必要。



N E D O が も つ こ れ ま で の 知 識 、 実 績 を 活 か し て 推 進 す べ き 事 業

◆実施の効果 (費用対効果)

2030年度までの再エネ熱導入量 = 1,341万kL (原油換算) = 520PJ

太陽熱 (55万kL) と地中熱 (134万kL : 全体の1/10と仮定) の導入量
= 189万kL

プロジェクト費用の総額 20億円

市場規模予測(2030年) 2,680億円/年

(太陽熱 : 227億円、地中熱 : 2,453億円)

※都道府県別の熱需要 (冷房・暖房・給湯別、住宅・業務用建物別) から将来人口推移、住宅断熱性能等を想定し、試算。

◆事業の目標

○低炭素社会、更には脱炭素社会の実現に資する再生可能エネルギー熱利用の普及拡大を目指すべく、地域偏在性がなく安定した再生可能エネルギー熱源として、地中熱、太陽熱等について、コストダウンに資する高効率機器の開発や、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、共通基盤技術開発、評価及び定量化技術の高機能化をZEB等への適用も視野において実現する。

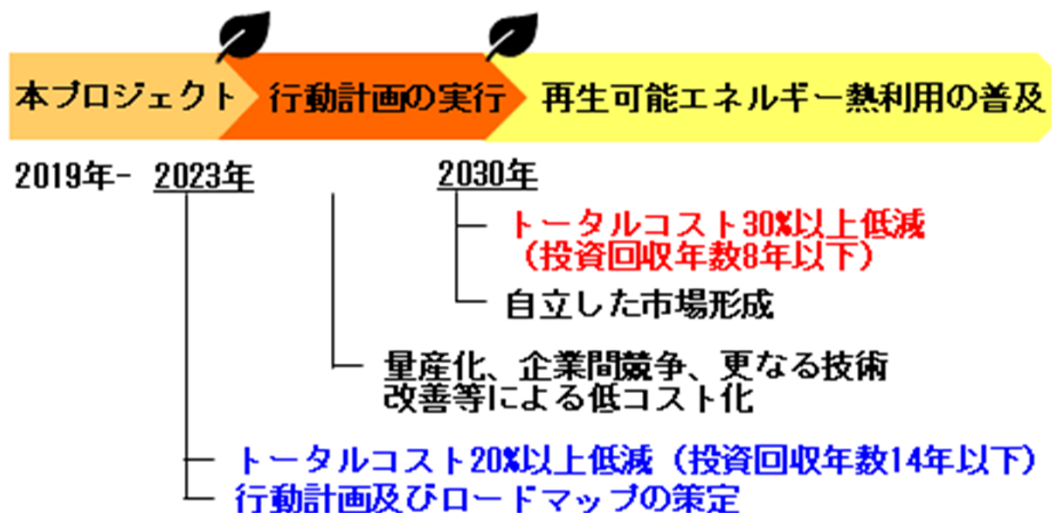
○トータルコスト低減を達成するために必要な取組みを要素別に具体的に特定し、業界団体やユーザーとの連携による成果の普及方策に取り組む。

- (1) 地中熱利用システムの低コスト化技術開発【助成】
- (2) 太陽熱等利用システムの高度化技術開発【助成】
- (3) 高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発【委託】

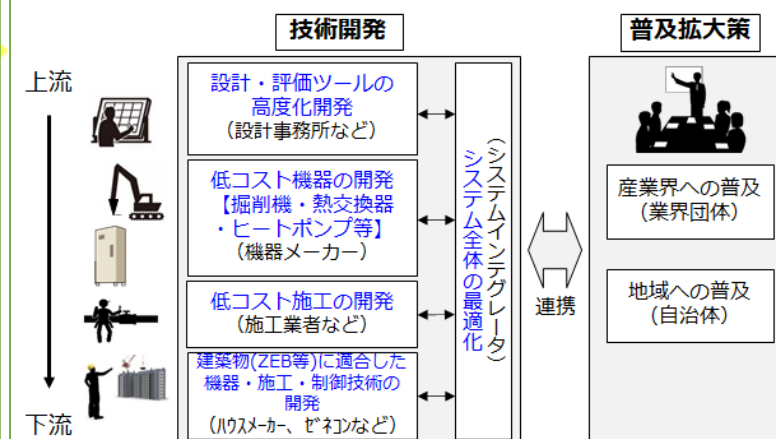
- 再エネ熱は異業種にまたがる技術から構成されるため、コスト競争力のあるシステムの普及拡大には、**システム導入に関わる上流から下流までのプレーヤー間や業界団体、地域との連携を図ることが効果的。**
- ZEB等への適用も視野において、上流から下流までを集めたコンソーシアム体制を構築し、自立的な再エネ熱利用の普及に重点を置いた研究開発を推進、及び**普及方策を行動計画**として策定する。

※【エネルギー基本計画】・・・「建築物については、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す。また、住宅については、2030年までに新築住宅の平均でZEHの実現を目指す。」

開発スキーム



開発体制イメージ (助成)



◇海外の共通基盤技術（再エネ熱）にかかる動向

(出典) 海外における再生可能エネルギー熱利用のロードマップおよび共通基盤技術に係る調査 (2019)

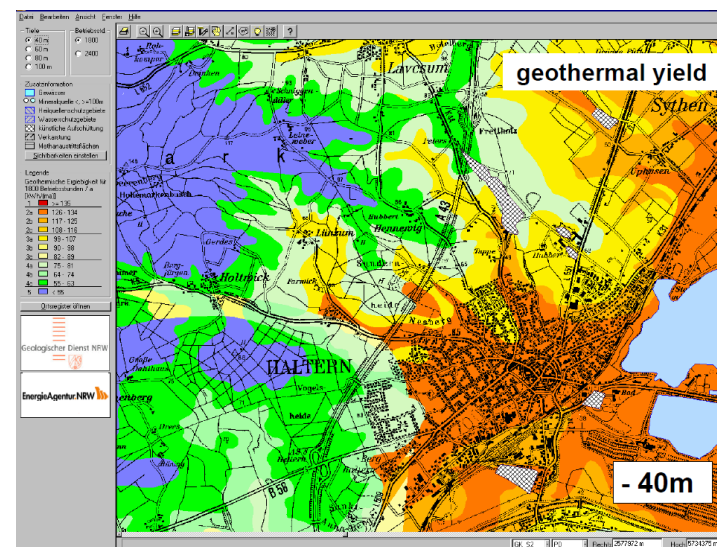
2019年度調査内容

- ・再生可能エネルギー熱に関する技術ロードマップの策定状況および導入普及状況
- ・技術ロードマップの一要素となる**共通基盤技術**に焦点を当て、整備状況や活用実態等に関する情報収集

対象国：ドイツ、スイス、フランス、EU地中熱利用団体
 方法：アンケート&ヒアリング
 内容：政策、ポテンシャルマップ、設計ツールの実態、効果等

結果

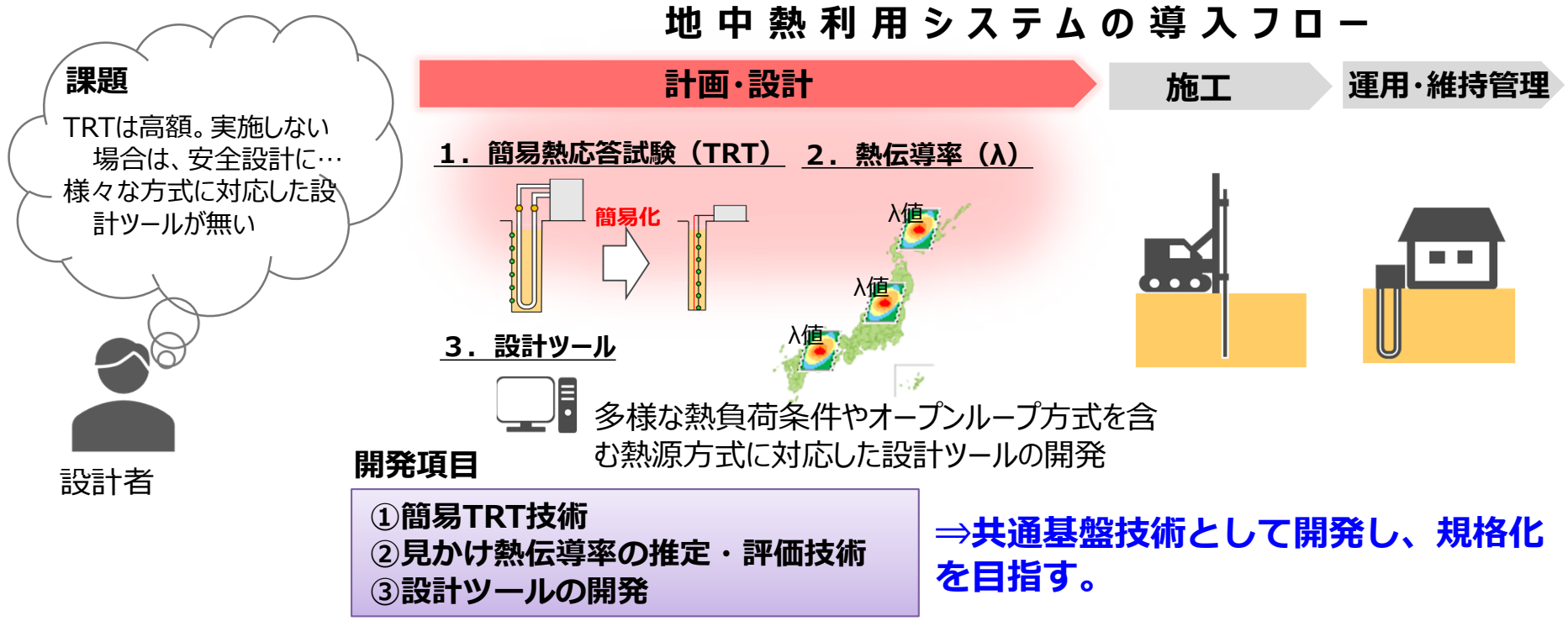
- ・普及が進む各国にて導入の一助となるツールが整備、活用されていることを確認。
- ・特にドイツではポテンシャルマップが充実（地中熱に関する地下データが豊富）しており、マップの整備により普及が促進された（ヒアリング結果）。
- ・ポテンシャルマップには**規制**（掘削可・不可）や**導入実績**、**導入促進**（**広報**）など、様々な目的の下で作成。
- ・地質データや地中熱データの保有、アップデートは国や州（地質研究所等）で管理されているものが多い。



ドイツNRW州の熱交換効率を示すマップ

◆国内における共通基盤技術の必要性

- 地中熱交換器の設計（本数と長さ）を適切に行うためには、地中の熱交換効率に関わるみかけ熱伝導率を測定するための試験（TRT：熱応答試験）を行う必要があるが、TRTは高額な掘削調査を行う必要があるため、設備規模の小さい家庭用等では実施することが困難。
- 従来よりも簡易なTRT手法やTRTに代わる指標として、見かけ熱伝導率を推定する技術の開発を行うことにより、簡易で適正な導入・設計方法を確立し、地中熱利用システムの導入普及を促進する。併せて様々な条件に対応した設計ツールの開発を行う。



◆研究開発目標

- (1) 地中熱利用システムの低コスト化技術開発【助成】
- (2) 太陽熱等利用システムの高度化技術開発【助成】
- (3) 高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発【委託】

開発項目	研究開発目標	中間目標
(1)	<ul style="list-style-type: none"> ・2023年度までにシステムのトータルコストを20%以上低減（投資回収年数14年以下） 	2023年度までの可能な限り早期にトータルコストを20%以上低減（投資回収年数14年以下）させる可能性を実験等で示す。
(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・2030年までにトータルコストを30%以上低減（投資回収年数8年以下）するための道筋及び具体的取り組み（普及方策）を行動計画としてまとめる。 	
(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・設計時に利用する見かけ熱伝導率(λ)を$0.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$以下の間隔で推定可能な評価技術を開発し、有効性を地質水文環境の異なる3か所以上で検証する。 ・簡易TRT技術は、試験方法を簡易化し実用レベルに達していることを実証する。 ・多様な熱負荷条件やオープンループ方式を含む熱源方式に対応した設計ツールを開発する。 	共通基盤技術開発における推定・評価技術、設計ツールについては、事業者が設定する開発目標の妥当性を外部有識者にて審議し、妥当であるとの評価を得る。

◆研究開発のスケジュール／プロジェクト費用

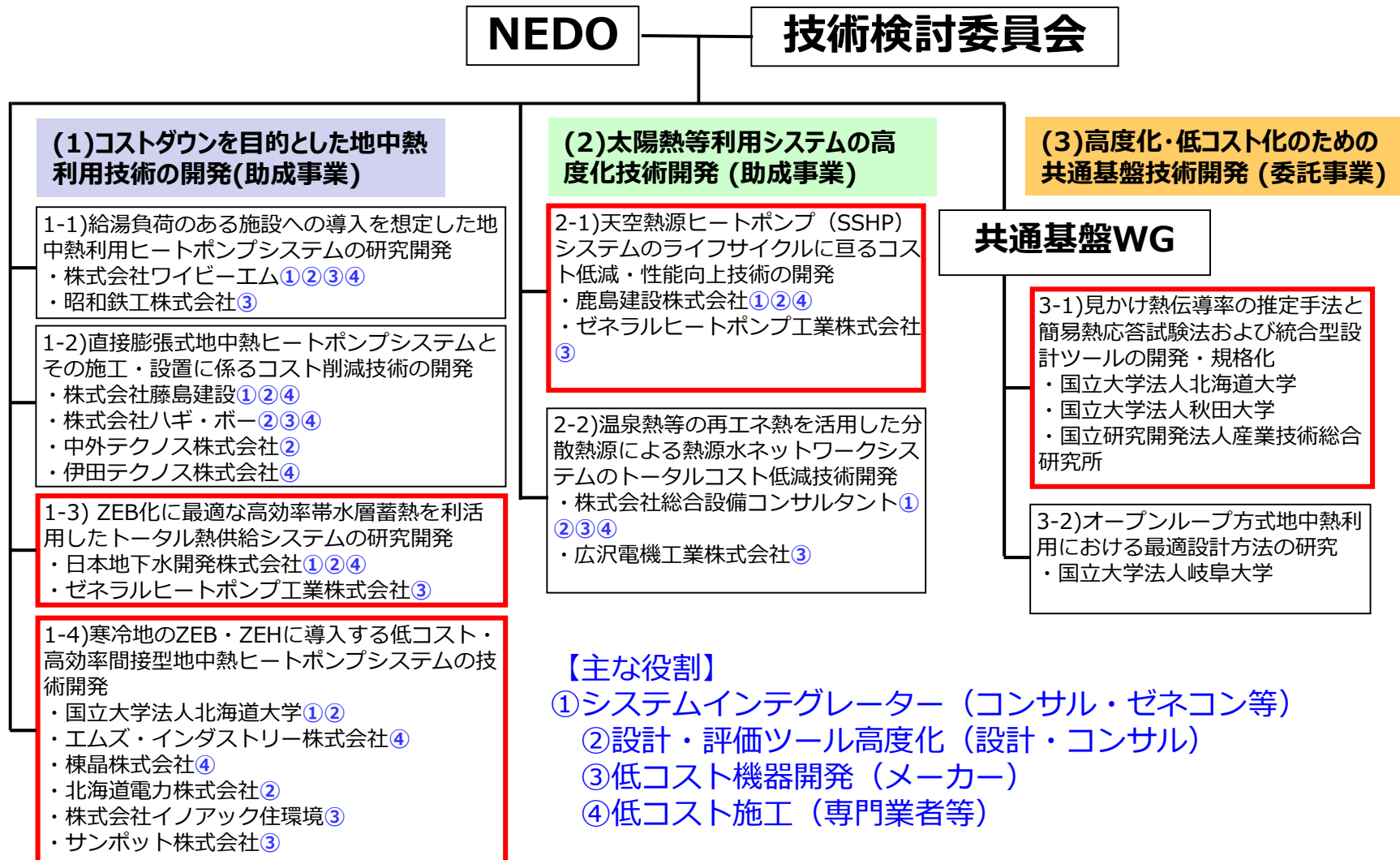
	2019	2020	2021	(2022)	(2023)	計
(1)地中熱利用システムの 低コスト化技術開発【助成】	設計・試作		実証・改良		実用化開発	
			普及方策 (NEDO, 業界団体, 実施者等)			
(2)太陽熱等利用システム の高度化技術開発【助成】	要素技術開発・設計・試作		実証・改良		実用化開発	
事業規模【助成】	1.4	7.0	5.4	(6.0)	(3.6)	(23.4)
(3)高度化・低コスト化の ための共通基盤技術開発 【委託】		設計・試作		検証・改良		技術確立・検証
事業規模【委託】	—	1.8	1.8	(2.0)	(1.6)	(7.2)
調査委託	0.4	0.4	0.4	(0.4)	(0.4)	(2.0)
事業評価			★ 中間評価			
実績・予定 (億円)	1.1	4.7	4.9	(5.5)	(3.8)	(20.0)

※実績額は前年度からの繰越しを含む。

※【助成】事業は総額を提示。NEDO負担額は1/2

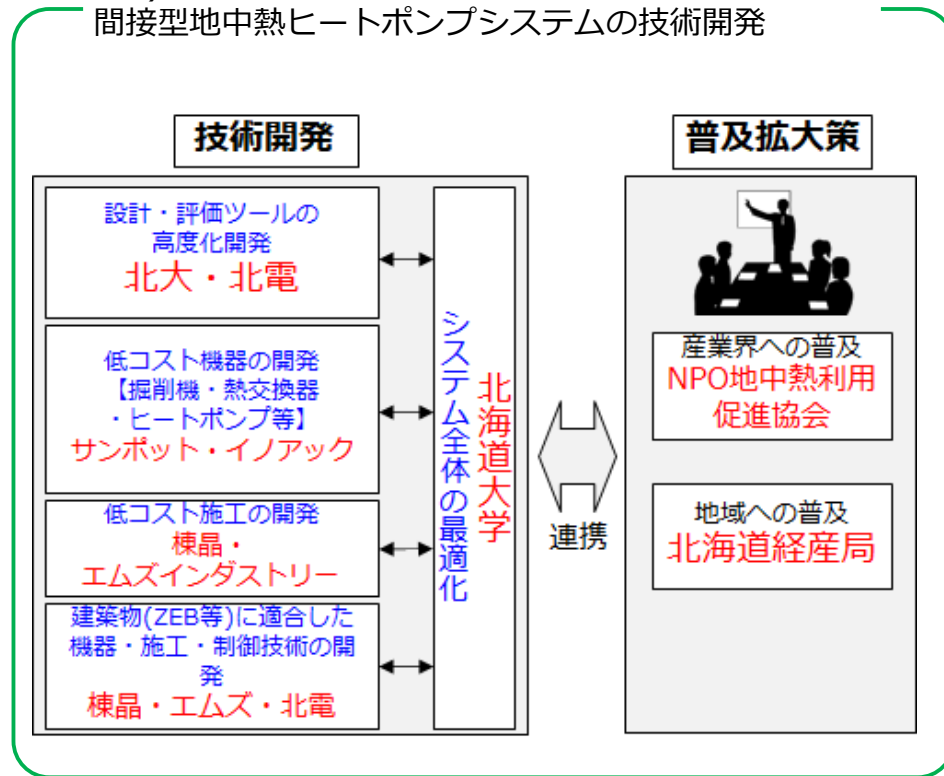
◆ 研究開発の実施体制

... 非公開発表

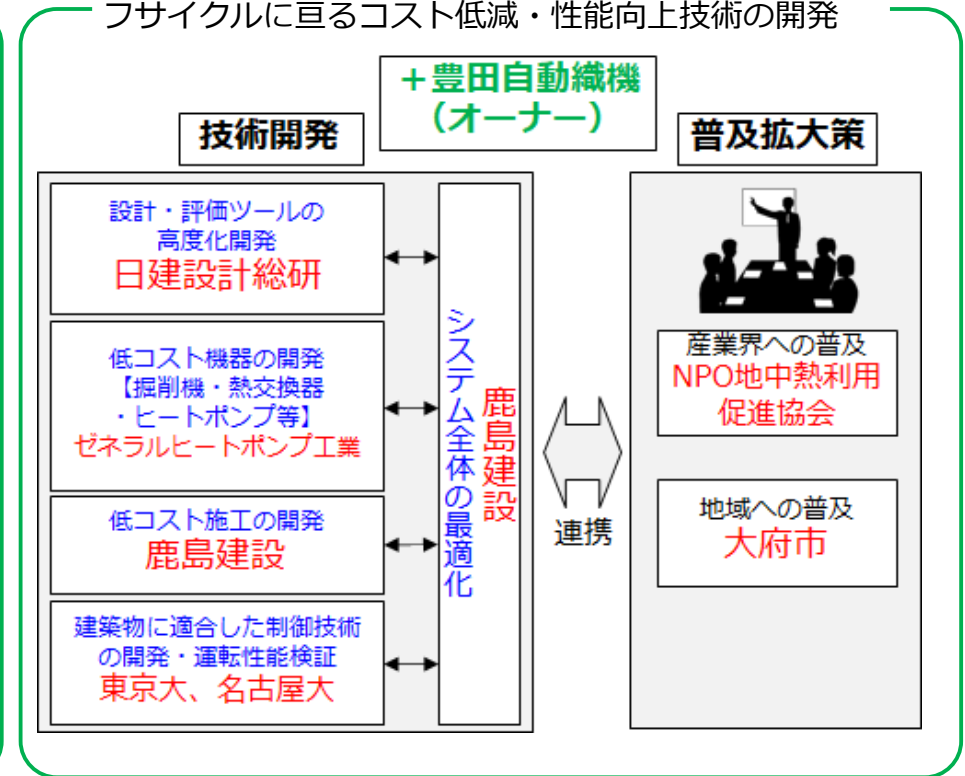


◆研究開発の実施体制（コンソーシアムの例）

1-4) 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



2-1) 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



- ・ 委託先（大学等）を含めたコンソーシアム体制で、それぞれの事業者が役割を担った上で実施。
- ・ 実証先の施主も積極的に参加。

◆研究開発の進捗管理

- ① 外部有識者で構成する**技術検討委員会**を組織し、定期的に技術評価、助言を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努めている。(1回/年)
- ② 共通基盤技術開発(委託)については成果の統一を目的としていることから、「**共通基盤技術ワーキンググループ**」を別途設置。事業者間の情報共有の機会を設け、効率的な研究開発を促すこととしている。また、本研究開発項目にかかる有識者による事業の進捗や方向性について把握し、助言している。(2~3回/年、現地確認含む)
- ③ 事業者間検討会の設置により、テーマ間でのフィールドデータ共有による、効率的な研究開発を実施。(委託事業：設計ツールの開発)
- ④ 学会、セミナー等でNEDO事業や取り組みを紹介。情報交換により業界からの意見収集、ネットワークの拡大
- ⑤ ロードマップ策定の一環として、他省の再エネ熱に関する成果や取り組み等を把握し、相互理解を深めることを目的に、**環境省(水・大気環境局)**との意見交換会を実施。

◆ 開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果 (見通し)
ZEB高効率化のための設備導入 (日本地下水開発 (株))	2020年度	4.5	ZEB実現に向けたさらなる高効率化・エネルギー削減のための設備導入	冷房負荷の17%削減およびランニングコスト5%低減を想定。今後、データ検証により確認。
簡易TRTに資する大深度ボアホール掘削の追加検証 (北海道大学)	2020年度	28.0	簡易TRTの研究開発に関し、地質の異なる複数地点での試験追加のため。試験方法の適用性評価検証。	<ul style="list-style-type: none">・研究開発の前倒しによる成果加速・異なる地域でのデータ取得が可能・大深度ボアホールの導入可能性検証

ZEB実証棟の完成【日本地下水開発(株)】

NEDOニュースリリース (21.07.06)

NEDOニュースリリースのスクリーンショット。見出しは「国内初、高効率帯水層蓄熱システムのZEB適応性を検証」で、2021年7月6日発行のニュースです。内容は再生可能エネルギー熱利用によるコスト削減技術の開発に関するものです。

山形新聞 (21.07.07)

日本環境科学株 ZEB棟完成のプレスリリース。2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電による創エネとEVへの蓄電、太陽熱温水器による省エネ、断熱による省エネ、換気・照明設備の省エネ、空調・給湯・融雪設備の省エネを特徴としています。

大深度掘削・新方式TRT【北海道大学】

空調タイムス (21.04.21)

北海道新聞 (21.03.31) の記事。見出しは「地中熱利用システムのコスト低減を」で、北大地研が新方式TRT技術を開発し、コスト削減を実現したことが報じられています。

◆ 知的財産管理

▶ 知的財産運営委員会の設置

- ・コンソーシアム内はもとより、委託先－再委託先（共同研究先）間で知財運営委員会を組織。

▶ データマネジメントプランの運用

- ・検証を行うためのデータは各事業者で作成したデータマネジメントプランにて管理【委託】

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

【中間評価時点】

○達成、△達成見込み、×未達

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(1)地中熱利用システムの低コスト化技術開発	2023年度までの可能な限り早期にトータルコストを20%以上低減（投資回収年数14年以下）させる 可能性を実験等で示す。	①地中熱交換器の実証試験、掘削機の開発を実施中。給湯用ヒートポンプは基礎試験機の製作完了。 ②直膨式HP試作機の完成。小口径ボアホールへの地中熱交換器適用確認。 ③ZEB実証施設へのトータル熱供給システムの導入設計・構築完了。 ④ZEB/ZEH設計手法の確立。実証試験によりトータルコスト20%以上の削減の見通しを付けた。	①⇒△ (22年3月達成予定) ②③④⇒○	①21年度中に各要素機器の開発が完了し、トータルコスト20%削減の目標値達成の目途を付ける予定。 (地中熱交換器の実証試験、ヒートポンプ試作機の試験等) ②③④目標達成
(2)太陽熱等利用システムの高度化技術開発		①熱応答試験により設計完了。実証機含めて実証施設への導入完了。最適運転制御はシミュレーションにて高精度で再現済。 ②複数地点にて開発する計測ユニットを用い計測を実施。低コスト温泉排湯用熱交換器の設計完了。	①⇒○ ②⇒△ (21年10月達成予定)	①目標達成 ②複数地点における計測ユニットモジュールの不具合解消・検証を経て、計測方法の確立を目指す。

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

【中間評価時点】

○達成、△達成見込み、×未達

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(3)高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発	共通基盤技術開発における推定・評価技術、設計ツールについては、事業者が設定する開発目標の 妥当性を外部有識者にて審議し、妥当であるとの評価を得る。	<p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> 見かけ熱伝導率の推定値の検証 簡易TRT手法の数値シミュレーションによる検証 設計ツールにかかるオープンループ方式の計算手法完成 <p>②オープンループ方式に対応したLCEMモジュールのプロトタイプの作成完了。</p>	①②⇒△ (21年9月達成予定)	<p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> 各推定手法の適用条件の整理、実用化可能性の検討 TRT装置製作後、実試験結果での検証 設計ツール拡張のための計算手法開発に着手、他ツールとの連携方法検討。 <p>②実測データを用いた検証を通して課題を抽出し、問題点の解決を図る。</p> <p>※①②9月1日実施のWGにて外部有識者にて審議の予定。</p>

◆各個別テーマの成果と意義

○高効率帯水層蓄熱システムについて、NEDO「ニュースリリース」を公開（2021年7月）。【日本地下水開発（株）】

国内初、高効率帯水層蓄熱システムのZEB適応性を検証

—地下水熱エネルギーの有効活用により、建物のエネルギー収支ゼロを目指す—

→帯水層蓄熱システムがZEBにおいても有効であることを今後検証する。

○新規TRTの開発に伴い、大深度ボアホールを設置。国内の地質の異なる数カ所にて実施することで今後の実用化に期待。【北海道大学（委託）】

※国内では一般的にボアホールの掘削深度は100m。昨今、欧州では大深度化による大規模熱供給システムが注目されている。

○大学が有するAI等の活用により、ロバストでシステム全体のエネルギー消費量を最小化する再エネ熱利用システムの最適運転制御手法を開発。検証には大学のモックアップ実験設備の計測データを活用。【鹿島建設－東京大学】

○熱源水ネットワークシステムの導入評価は簡易＋短時間での検討が望まれるため、大学にて定常計算による簡易検討と非定常モデルでの詳細検討の精度比較を行い、定常計算における必要条件と計算手法を提示。導入検討支援ツールにフィードバック。【総合設備コンサルタント－大阪市立大学】

◆ 成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	達成見通し
(1)	<p>①各要素技術開発が順調であり、最適な地中熱システムの開発により目標達成可能。</p> <p>②低コスト機器の開発が完了し、今後コスト試算を進める。低コスト施工法は今後実証を進めることにより達成可能。</p> <p>③トータル熱供給システムでは、給湯での太陽熱利用により更なる高効率稼働が見込まれ、達成可能。</p> <p>④導入物件の地中熱ヒートポンプシステムの実測を行い、運転の検証が完了すれば目的は達成できる。</p>
(2)	<p>①ヒートポンプを中心とした構成機器の低コスト化に目途がついており、今後実建物の運転データの収集・検証により達成可能。</p> <p>②熱売買制御システムは低コスト化検討に着手しており、シミュレーションモデル構築後、データ検証を実施。また、実測対象施設の現場調査を行い、計測ユニットの改良により達成見込み。</p>
(3)	<p>①各推定手法の要素技術開発（数値TRT、地形AI解析等）や検証データ取得が計画通り進捗しており、目標達成見込み。実証データとの検証を踏まえ、ツールとして完成見込み。</p> <p>②設計者が簡易に、地中熱ヒートポンプやその他の熱源を含む全ての空調熱源のトータルシステムツールを開発する目標に対し、今後実測データを用いた検証が必要だが、課題を既に抽出しており、達成の見通しは高い。</p>

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆成果の普及

	2019年度	2020年度	2021年度	計
特許出願	0	2	0	2
論文	0	4	1	5
研究発表・講演	6	22	21	49
新聞・雑誌等への掲載	4	14	6	24
展示会への出展	1	3	1	5

※2021年7月31日現在

◆成果の普及 (NEDO)

○学会、セミナー等での講演、雑誌掲載や学会誌の寄稿において、プロジェクトの内容やNEDOの再エネ熱に関する取組みを紹介。

- 2019.11 全国地中熱フォーラム2019 (NPO地中熱利用促進協会)
- 2019.11 地熱発電・熱水活用研究会 (エンジニアリング協会)
- 2020.01 ENEX2020地中熱セミナー (NPO地中熱利用促進協会)
- 2020.02 みやぎ地中熱利用研究会 (宮城県)
- 2020.02 バイオマスワークショップ (NEDO)
- 2020.09 業界誌「地球温暖化」特集：再エネ熱利用のすすめ (日報ビジネス)
- 2020.09 再生可能エネルギー熱利用の最前線 (日本冷凍空調学会)
- 2020.09 化学工学会秋季大会招待講演 (化学工学会)
- 2020.11 日本地熱学会仙台大会 (日本地熱学会)
- 2021.01 学会誌「伝熱」寄稿 (日本伝熱学会)
- 2021.09 空気調和・衛生工学会公開講演会 (空衛学会)
- 2021.10 持続可能な社会を目指した建築設備 (日本冷凍空調学会)

○NEDO再エネ熱パンフレットの制作 (2021年3月)



◆成果の普及 (NEDO→事業者)

●2020年度成果報告会の開催 (2021年3月～6月)

成果・進捗内容をNEDOのWebサイトにて公開。

●(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター研究発表会への参加 (2021年7月2日)

助成事業を対象に研究発表の機会を設け、大学や企業へ進捗状況や成果をアピール。

●再生可能エネルギー世界展示会 & フォーラム (ENEX2021) に出展予定 (2022年1月26～28日)

本技術開発プロジェクトに関するセミナーを実施し、参加者とのビジネスマッチングを図るねらい。

●広報誌「Focus NEDO」(2021年12月予定)

事業者の研究開発状況を取材。施主を交えたインタビューを実施。

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

「実用化」とは、当該事業で開発した再生可能エネルギー熱利用に係る技術（製品、ポテンシャルマップ、設計ツール、工法、システム全体等）が市場に出る状態までに至った段階（試作品が完成）をいう。

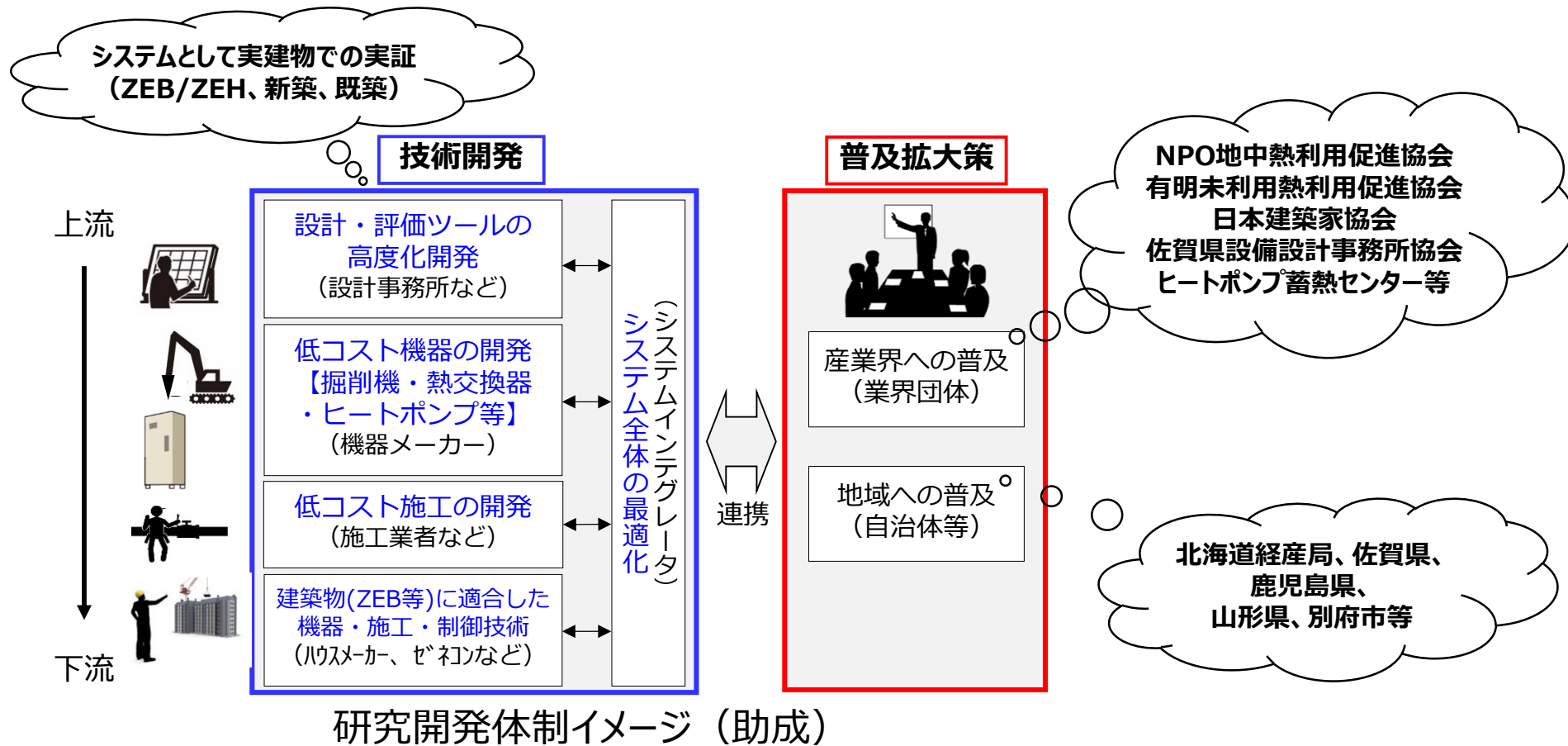
「事業化」とは、再生可能エネルギー熱利用に係る商品、製品、工法、およびそれらを含むシステム等の販売や導入により、企業活動（売り上げ等）に貢献することをいう。

※特に助成事業については、開発期間終了後すぐに「事業化」することを意識しながら開発を進めている。

※委託事業は大学・研究機関を対象としているため、「実用化」・規格化を目指す。

◆ 実用化・事業化に向けた戦略

- 技術開発終了後、事業化に向けた**普及方策を行動計画としてまとめる**ため、業界団体や自治体等が関与した体制で委員会を開催。各地域に応じた課題等を抽出。
- 各事業者は事業開始当初より「**企業化計画書**」を作成。事業化の見通し（販売予定先、スケジュール、売上等）をコミットした計画書として位置づけ。



◆成果の実用化・事業化に向けた具体的取組、見通し

(1) (2) 再エネ熱の低コスト化技術開発 (助成)

- ・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、再エネ熱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より、トータルコストは大きく低減できる見込み。
- ・地中熱利用システムのZEB・ZEH導入実証により、双方の普及拡大への貢献を期待。

(3) 高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発 (委託)

- ・省エネ基準のWebプログラムへの認定 (規格化) を目指す、みかけ熱伝導率推定手法や簡易TRT手法の開発は、基準書作成や解析技術の提供を予定。
- ・統合型設計ツールの開発により、様々な熱源方式に対応する設計が可能。設計ツールは無償公開とし、設計者の人材育成に寄与。

◆普及拡大策

○自治体や業界団体と連携して委員会の場を設け、再生可能エネルギー熱の概要や成果の報告を通じて、地域への普及拡大や再エネ熱に関する認知度向上を図る。

→事業前半：委員会内での情報交換・意識共有がメイン

→事業後半：行動計画策定に向けた議論を開始予定

○事業化のターゲットを扱う特定の業界団体に向けての提案やセミナーの実施。

例) 給湯負荷の高い高齢者住宅、寒冷地建物、ZEB・ZEH建物

○研究開発を通じて“ZEBプランナー”の認定登録。今後のニーズに対応。

○本設鋼管杭利用工法（地中熱キャップ工法）は、（一財）日本建築総合試験所の建築技術性能証明を取得。杭の付加価値をアピールできる工法として全国の鋼管杭施工業者への事業を展開。

◆波及効果

○プロジェクト全体

再生可能エネルギー熱を用いたシステムを構築することにより、**エネルギー・CO2排出量の削減**（2030年・2050年目標への寄与）、環境への社会貢献（事業者のSDGs目標やCSRへの寄与）、**ZEB・ZEH達成**への貢献（グリーン成長戦略への寄与）が期待される。

・省人化による掘削コストの低減、設計の最適化、ヒートポンプシステムの技術開発等によるトータルコスト低減は市場拡大のみならず、**認知度向上**が見込まれる。

・システム全体のパッケージ化促進やシステムインテグレーターの育成が進むことにより**コスト競争力が強化**される。

・地域特有の熱源である温泉熱利用は、**エネルギーの地産地消による地域のエネルギー関連産業の発展を通じた地域活性化**（雇用創出含む）が期待される。

・地中熱利用システムに関する情報をデータベース化することにより、地中熱分野の研究者、技術者など**若手育成**を図る。