

平成 29 年度実施方針

新エネルギー部

1. 件 名：再生可能エネルギー熱利用技術開発

2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号イ及びロ

3. 背景及び目的・目標

(1) 研究開発の背景及び目的

①政策的な重要性

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、我が国のエネルギー政策は根本から見直しされることとなり、再生可能エネルギーに対する国民の期待はこれまでにないほど高まっている。

平成 26 年 4 月 11 日に公表された「エネルギー基本計画」の中で、再生可能エネルギーは「現時点では安定供給面、コスト面で様々な課題が存在するが、温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、重要な低炭素の国産エネルギー源である。」と位置付けられている。また、「太陽熱、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の再生可能エネルギー熱をより効果的に活用していく」ことが重要であり、そのための取組を強化することが必要であると述べている。

②我が国の状況

我が国では、東日本大震災後、エネルギー政策の大きな転換を求められており、電気利用のみならず、熱利用を含めた再生可能エネルギーをこれまでの政策よりも前倒しで大量導入することが急務となっている。

③世界の取組状況

EU では、2009 年の「再生可能エネルギー利用促進指令」に基づいて、加盟各国に対して 2020 年の再生可能エネルギー導入目標の設定及び行動計画の策定が義務付けられた。この導入目標は、最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの比率で設定されており、EU 全体で 2020 年に 20% とすることを目指している。

④本事業のねらい

本事業では、コストダウンを目的とした地中熱利用技術及びシステムの開発、各種再生可能エネルギー熱の利用についてトータルシステムの高効率化・規格化、評価技術の高精度化等に取り組むことで、再生可能エネルギー熱利用の普及拡大に貢献することを目的とする。

(2) 研究開発の目標

本事業では、地中熱利用については地中熱システム向けヒートポンプのコストダウン、COP（成績係数）向上等の高性能化、地中熱交換器の採熱効率向上、並びに井戸掘削の小口径化、速度向上、及び作業効率向上のための開発を行う。加えて、採熱長さや深さを工夫した我が国に適した井戸設計の高度化開発に取り組むとともに、地中採

熱に適した土地を確実に見出す予測技術や地中熱ポテンシャルデータベースを構築することにより、設置ユーザーが必要とする空調能力に対して、最小限の設備と工事に対応できるための総合的技術を開発する。

研究開発項目①「コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発」

最終目標（平成 30 年度）

地中熱利用について、我が国の状況に適合した掘削手法及び掘削技術、高効率地中熱交換器、地中熱の利用状態・温度等に適合したヒートポンプの開発や、地中熱交換器設置コスト低減化技術の開発等を通じて、導入コスト 20%低減、運用コスト 20%低減、又は導入及び運用コストの 20%低減を目指す。

中間目標（平成 28 年度）

導入コスト 20%低減、運用コスト 20%低減、又は導入及び運用コストの 20%低減になりうる可能性を基本技術研究開発、試作等で示す。

研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」

最終目標（平成 30 年度）

地中熱利用について、システム構成要素（掘削からヒートポンプ、配管まで）を統合したトータルシステムの効率化及び規格化、需要側の利用状況の特徴に対応したシステムの高効率開発等を通じて、導入コスト 20%低減、運用コスト 20%低減、又は導入及び運用コストの 20%低減を目指す。

中間目標（平成 28 年度）

導入コスト 20%低減、運用コスト 20%低減、又は導入及び運用コストの 20%低減になりうる可能性を基本技術研究開発、試作等で示す。

研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」

最終目標（平成 30 年度）

再生可能エネルギー熱の採熱場所及び方法を明らかにし、効率的なシステム導入の促進に資する各熱のポテンシャル簡易予測・評価技術を開発し、その評価結果を活かしてシステム設計に必要な精度を有するマップを容易な操作性を備えたシステムで作成できることし、システム設置前に実施する簡易な評価技術を確立する。

中間目標（平成 28 年度）

各熱のポテンシャル簡易予測・評価、及びシステム設計に必要な精度を有するマップを作成できる容易な操作性を備えたシステム、並びに設置前に実施する簡易な評価の基本技術を示す。

研究開発項目④「その他再生可能エネルギー熱利用トータルシステムの高効率化・規格化」

最終目標（平成 30 年度）

その他再生可能エネルギー熱利用システムについては、採熱・熱輸送・断熱・蓄熱などの要素も考慮して我が国に適したトータルシステムのコストダウンと高効率化に資する技術開発や規格化を推進し、導入コストの 10%低減を目指す。

中間目標（平成 28 年度）

導入コストの 10%低減になりうる可能性を基本技術研究開発、試作等で示す。

研究開発項目⑤「上記①～④以外でその他再生可能エネルギー熱利用システム導入拡大

に資する革新的技術開発」

最終目標（平成 30 年度）

上記①～④以外でその他再生可能エネルギー熱利用システム導入拡大に資する、我が国に適したシステムの導入コストを 10%低減することを考慮した革新的技術を開発する。

中間目標（平成 28 年度）

導入コストの 10%低減になりうる可能性を基本技術研究開発、試作等で示す。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャーに NEDO 新エネルギー部 生田目修志統括研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

4. 1 平成 28 年度（委託・共同研究）事業内容

（別紙）実施体制図に基づき、平成 28 年度は以下の研究開発を実施した（NEDO 負担率 2/3 又は 100%）。

研究開発項目①「コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発」

（i）高性能ボーリングマシンの低騒音化・自動化に向けた研究開発

- ・ボーリングマシンの低騒音化技術開発成果を適用することで、目標の騒音低減効果を達成し、国交省が定める超低騒音型建設機械相当となる低騒音効果を確認した。
- ・掘削経験が少ない作業員でも円滑な自動掘削を可能とするアプリケーションの改良を実施した。

（ii）コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発

- ・ドリフタの回転数と振動数の可変機構により掘削時間を短縮可能な、小型の浅部掘削機を開発した。
- ・27 年度製作した、地中熱専用掘削機、ロッドチェンジャー、及び U チューブ挿入機の実証試験を行った。
- ・スリンキー型銅製地中熱交換器を用いた基礎実験を実施し、CFD 解析と併せ、性能検証を行った。
- ・市販の空気熱源機に地中熱交換器を組み込んだハイブリッド熱源システムを構築し、性能試験を行った。また液ポンプを組み込んだ熱源システムでの性能試験を行った。

研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」

（i）地下水循環型地中採熱システムの研究開発

- ・運転制御方法を改良した実証プラントの運転を開始し、運転データの取得を実施した。

（ii）共生の大地への地中蓄熱技術の開発

- ・基礎杭兼用熱交換器における杭への熱応力解析を熱負荷実験から検証し、汎用計算方法を作成した。
- ・杭打ち機を利用して直径約 80cm の孔に 4 組の U チューブを設置する工法を確立した。

（iii）再生可能熱エネルギー利用のための水循環・分散型ヒートポンプシステムの開発

- ・住宅規模向けの試験建屋を建設し、水循環・分散型システムの構築を開始した。
- ・非住宅規模向け水循環・分散型システムを構築し、運転試験を開始した。

（iv）地中熱・流水熱利用型クローズドシステムの技術開発

- ・農業用水路に流水路内へ設置した熱交換器と地中熱ヒートポンプを設置し、農業ハウスを空調する流水路熱利用の実証を行った。

- ・浅層地下水熱利用ヒートポンプシステムの性能試験を行った。また不凍液不使用運転の制御法を検証した。
 - ・導入適地マッピングは、浅層地下水熱、農業用水路ともに調査を継続して、水温予測式、数値解析の精度向上を図ることで熱交換量の推計式を開発した。
- (v) 地中熱利用システムを含む空調熱源トータルシステムシミュレーションの開発
- ・地中熱を含む空調熱源トータルシステムシミュレーションツール開発のため、地中熱ヒートポンプ及び地中熱交換器のモジュールを構築し、ツールの試作を完了した。
 - ・試作したシミュレーションツールの計算結果を実測値データと比較することで、シミュレーション精度の評価を実施した。
- (vi) 都市インフラ活用型地中熱利用システムの開発
- ・土留壁方式全6パターンの地中熱交換器試験装置を構築し、サーマルレスポンス試験装置を用いて、各地中熱交換器の性能試験を実施し、評価を行った。性能試験結果から土留壁方式の数値シミュレーションモデルの基礎プログラムを構築した。
 - ・地中熱一体型エアコン試験機の設計・製作を行い、工場内で性能試験を開始した。
 - ・ポンプユニットの設計を行い、ポンプユニット試験機を製作した。また、工場検査による動作確認を開始した。

研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」及び
研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」

- (i) 低コスト・高効率を実現する間接型地中熱ヒートポンプシステムの開発と地理地盤情報を利用した設計・性能予測シミュレーションツール・ポテンシャル評価システムの開発
- ・周波数変更可能な新型バイプロヘッド、フラットバーインナーロッドの開発による削孔速度、排土速度向上効果を確認した。新形状Uチューブ採熱管を試作し、採熱性能向上を定量化した。
 - ・30kW級インバータ機、ノンインバータ機の組合せによる60kW級ヒートポンプ試作機を開発した。複数台の組合せによる数百kW級ヒートポンプ、太陽熱集熱タンク、冷却塔等を連結できる制御システム試作機を開発した。
 - ・地中蓄熱を活用した多用途の地中熱利用熱回収ヒートポンプ制御システムについて熱回収運転の基礎となる制御ロジックを構築した。
 - ・地盤・地下水情報のデータベース化を完了した。Webブラウザで利用可能な設計・性能予測ツールを試作した。
- (ii) 地下水を利活用した高効率地中熱利用システムの開発とその普及を目的としたポテンシャルマップの高度化
- ・高効率帯水層蓄熱システムの開発・構築を完了し、運転性能の評価を行った。
 - ・半開放式地中熱利用システムの長期冷房運転を行い、運転性能と総合エネルギー効率の評価を行った。
 - ・福島県・青森県・秋田県の3地点における地質ボーリングによりオールコア試料を採取し熱物性データを計測した。あわせて同地点における熱伝導率を測定し、熱物性データとの関係および地下水流動を評価した。
- (iii) 一般住宅向け浅部地中熱利用システムの低価格化・高効率化の研究
- ・改良型浅部地中熱利用システムを構築し、室内機及びヒートポンプの制御動作を確認した。また、従来型浅部地中熱利用システムと省エネ性の比較実験を行った。
 - ・任意地点における採熱量計算手法を完成させた。また、採熱量試験と当該手法の採熱量計算値を比較して尤度を評価した。

研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」

- (i) 地圏流体モデリング技術による国土地中熱ポテンシャルデータベースの研究開発
- ・都市部3地域(長野、関東、仙台地域)及び関東-東北広域の三次元地質構造モデル

を構築した。

- ・都市部3地域の国土水・熱循環モデル(水平解像度 50m以下)と、関東-東北広域の国土水・熱循環モデル(水平解像度 500m以下)を試作した。
 - ・都市部3地域と関東-東北広域のポテンシャルマップを試作した。地中熱利用実績データを収集し、データベースを構築した。
- (ii) オープンループ型地中熱利用システムの高効率化とポテンシャル評価手法の研究開発
- ・最適逆洗技術、打ち込み井戸と浸透ますの適用技術、タンク式熱交換器・浸透ます併用システム技術、地下水熱交換ユニット技術の課題を抽出して、複数の仕様の候補を選出した。
 - ・オープンループ型システムのポテンシャル評価手法に関して、ヒートポンプのCOPに対する地下水温度の影響を実運転データより把握した。
- (iii) 都市域における、オープンループシステムによる地下水の大規模熱源利用のための技術開発
- ・成果実用化時のビジネスプランと本観測方式採用時の経済性に関する実現可能性を調査した。今後のオープンループ型地中熱システムの普及シナリオを作成した。

研究開発項目④「その他再生可能エネルギー熱利用トータルシステムの高効率化・規格化」

- (i) 温泉熱地域利用のためのハイブリッド熱源水ネットワーク構築技術の研究開発
- ・流下液膜式熱交換器の試作し、硫黄泉源泉を用いた熱交換性能の連続試験を実施した。
 - ・熱源水ネットワーク配管の必要特性から材料を選定した。その中で低コストの高密度ポリエチレン材で配管を試作し、保温性能として放熱量を評価した。
 - ・浴場における排湯熱直接回収用の平板殻熱交換器を試作し、硫黄泉源泉を用いて熱交換性能と温泉スケール付着の影響を評価した。
- (ii) 都市除排雪を利用した雪山貯蔵による高効率熱供給システムの研究開発
- ・都市除排雪を利用した冷房の実証試験を実施した。
 - ・都市除排雪の冷熱を利用した関連技術（乾燥技術）の開発を行った。
- (iii) 太陽熱を利用した熱音響冷凍機による雪室冷却装置の開発
- ・太陽熱より1kWの冷熱を得るための太陽入熱装置及び熱音響冷凍機的设计を行った。
- (iv) 太陽熱集熱システム最適化手法の研究開発
- ・太陽熱利用システムの性能評価技術開発のため、実機を設置しデータ取得を開始した。
 - ・得られたデータの解析を行い、太陽熱システムの省エネ性能の最適化に関するシミュレーションツールの基本設計を完了した。

研究開発項目⑤「上記①～④以外でその他再生可能エネルギー熱利用システム導入拡大に資する革新的技術開発」

- (i) 食品廃棄物の超臨界水ガス化による再生可能熱の創生
- ・食品廃棄物（焼酎粕）を原料とした場合の経済性評価を行った。
 - ・パイロットプラントについて熱交換器等の改造工事を行い、急速昇温試験、DSS 運転試験を実施した。

4. 2 実績推移

	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
需給勘定（百万円）	500	1000	1200
特許出願件数（件）	1	2	10
論文発表件数（件）	1	19	16
講演件数（件）	34	94	74
プレスリリース（件）	24	34	7

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーに NEDO 新エネルギー部 生田目修志統括研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

5. 1 平成 29 年度（委託・共同研究）事業内容

平成 29 年度は以下の研究開発を行う（NEDO 負担率 2/3 又は 100%）。また、必要に応じて調査事業や追加公募を行い事業の補強・加速を図る。

本研究開発成果を活用するシステムインテグレータ育成に向けたロードマップの作成に着手する。また、システムインテグレータが活用するポテンシャルマップやシミュレーション等の評価・設計技術などのツール活用ガイダンスの作成に着手する。

研究開発項目①「コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発」

(i) コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発

- ・小型掘削機を用いた実証試験を行い、掘削工事費の削減効果を確認する。
- ・同軸型熱交換器のフィールド試験を実施し、性能検証を行う。
- ・前年度の成果を反映して簡易型ハイブリッド熱源システムを開発・製作するとともに、運転実験によりその特性を明らかにする。

研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」

(i) 地下水循環型地中採熱システムの研究開発

- ・採熱量を向上させるため、実証プラントへの井戸水散水方法の検証を行う。

(ii) 共生の大地への地中蓄熱技術の開発

- ・床暖房及び給湯に対応が可能な地中熱と空気熱のハイブリッドヒートポンプシステムの実証試験を行う。

(iii) 再生可能熱エネルギー利用のための水循環・分散型ヒートポンプシステムの開発

- ・水循環・分散型システムを運転して暖房、冷房、給湯の熱供給試験を行い、再生可能熱（地中熱、太陽熱、夜間放射など）の寄与を明らかにすると共に、効率的な運転制御法を開発する。

(iv) 地中熱・流水熱利用型クローズドシステムの技術開発

- ・28 年度に引き続き、用水路および地下水熱を利用するヒートポンプシステムの実証試験を行う。
- ・流水熱源にてシート状熱交換器を用いた TRT 試験を行い、採熱能力の判断指針を得る。

(v) 地中熱利用システムを含む空調熱源トータルシステムシミュレーションの開発

- ・地中熱ヒートポンプ及び地中熱交換器のモジュールの動作確認及び改良を実施し、他の空調システムと組み合わせてシミュレーションが可能なツールを開発する。
- ・開発中のシミュレーションツール向けのユーザーインターフェイスの試作を完了す

る。

(vi) 都市インフラ活用型地中熱利用システムの開発

- ・土留壁方式の数値シミュレーションモデルを構築する。
- ・地中熱一体型エアコン試験機の工場での性能確認を完了する。工場性能試験結果に応じて改良を実施する。
- ・ポンプユニット試験機の工場検査による動作確認を完了する。試運転結果に応じて改良を実施する。
- ・地中熱交換器試験装置、地中熱一体型エアコン試験機、ポンプユニット試験機を接続し、実証試験を開始する。

研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」及び
研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」

(i) 低コスト・高効率を実現する間接型地中熱ヒートポンプシステムの開発と地理地盤情報を利用した設計・性能予測シミュレーションツール・ポテンシャル評価システムの開発

- ・バイプロドリルヘッド、自動ロッド脱着装置を搭載した地中熱専用掘削機を開発する。新規の樹脂製ヘッドを試作する。
- ・インバータ、ノンインバータヒートポンプ組合せた数百 kW 級ヒートポンプ、太陽熱集熱タンク、冷却塔等を連結した制御システムの動作検証を行う。
- ・地中熱利用熱回収ヒートポンプシステムの制御システムについて動作検証する。
- ・地中熱ポテンシャル評価マップを作成する。

(ii) 地下水を利活用した高効率地中熱利用システムの開発とその普及を目的としたポテンシャルマップの高度化

- ・高効率帯水層蓄熱システムの長期稼働モニタリング結果に基づいて、帯水層への地下水注入方法、及び太陽光集熱器利用による帯水層温度回復効果、ヒートポンプ内熱交換器の自動洗浄効果の検証を行う。
- ・モデル対象地域内における地中熱ポテンシャル評価の高度化に向け、3次元地下水流動・熱交換量予測シミュレーションを実施する。

(iii) 一般住宅向け浅部地中熱利用システムの低価格化・高効率化の研究

- ・従来型と改良型浅部地中熱利用方式の省エネ性を比較する長期運転試験を実施する。
- ・複数の試験地において、採熱量試験を実施して、当該手法の採熱量計算値と比較評価して、改良点を確認する。

研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」

(i) 地圏流体モデリング技術による国土地中熱ポテンシャルデータベースの研究開発

- ・三次元地質構造モデル、マルチスケール国土水・熱循環モデル及び地中熱利用ポテンシャル評価技術とデータベースの開発を進める。

(ii) オープンループ型地中熱利用システムの高効率化とポテンシャル評価手法の研究開発

- ・最適逆洗技術を実証するとともに、打ち込み井戸・タンク式熱交換器・浸透ます併用システムを構築する。
- ・オープンループ型システムのポテンシャル評価手法を開発する。

(iii) 都市域における、オープンループシステムによる地下水の大規模熱源利用のための技術開発

- ・観測井1孔で複数帯水層の地下水を観測可能なマルチレイヤー観測井を構築し、観測井を活用する地下水観測・管理システムを開発、運用を開始する。
- ・地下水と地盤情報をデータベース化し、情報を活用した地下水の熱源利用の予測評価システムを構築し、試験運用を開始する。

研究開発項目④「その他再生可能エネルギー熱利用トータルシステムの高効率化・規格化」

- (i) 温泉熱地域利用のためのハイブリッド熱源水ネットワーク構築技術の研究開発
 - ・実温泉現地において温泉熱利用の熱源水ネットワークシステム試験設備を構築し、性能試験を行う。
- (ii) 都市除排雪を利用した雪山貯蔵による高効率熱供給システムの研究開発
 - ・雪山の比較用モジュールを整備し、試験モジュールとの比較試験を行い雪からの熱交換性能を確認する。
 - ・28年度に引き続き、雪山、データセンター実証棟、食料生産棟を組み合わせた実証試験を行い熱利用効率の確認を行う。
- (iii) 太陽熱を利用した熱音響冷凍機による雪室冷却装置の開発
 - ・太陽熱を活用した熱音響冷凍機の実証装置を作成する。
- (iv) 太陽熱集熱システム最適化手法の研究開発
 - ・実証実験より運転データを取得、整理・解析して一次エネルギー消費量算定ツールの暫定パラメーター、算定式の適切性を確認しながら、季節毎の実証実験を継続する。
 - ・シミュレーションプログラムの構築を行い、実証実験のデータを活用しプログラムの妥当性検証を行う。

研究開発項目⑤「上記①～④以外でその他再生可能エネルギー熱利用システム導入拡大に資する革新的技術開発」

- (i) 食品廃棄物の超臨界水ガス化による再生可能熱の創生
 - ・パイロットプラントを改造し、連続運転試験を実施する。
 - ・パイロットプラントにおける試験結果を利用して、製造事業者への蒸気供給シミュレーションを実施する。

(2) 平成 29 年度事業規模

需給勘定 800 百万円 (NEDO 負担分) (継続)

※事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省と密接な関係を維持しつつ、事業の目的及び目標に照らして本研究開発の適切な運営管理を実施する。また、外部有識者や産業界の意見等を踏まえ、NEDO は研究進捗把握、予算配分、情報共有、技術連携等のマネジメントを行う。

本事業への参加者は、これらの NEDO のマネジメントに従い、熱利用の普及拡大のために必要な取組に協力するものとする。

(2) 複数年度契約の実施

原則として平成 26～30 年度の複数年度契約を行う。

(3) 知財マネジメントにかかる運用

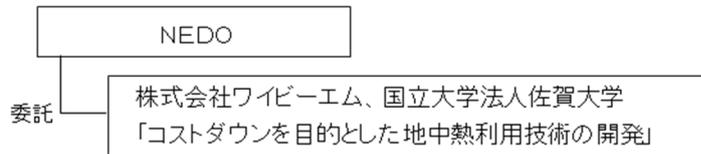
「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

7. 実施方針の改定履歴

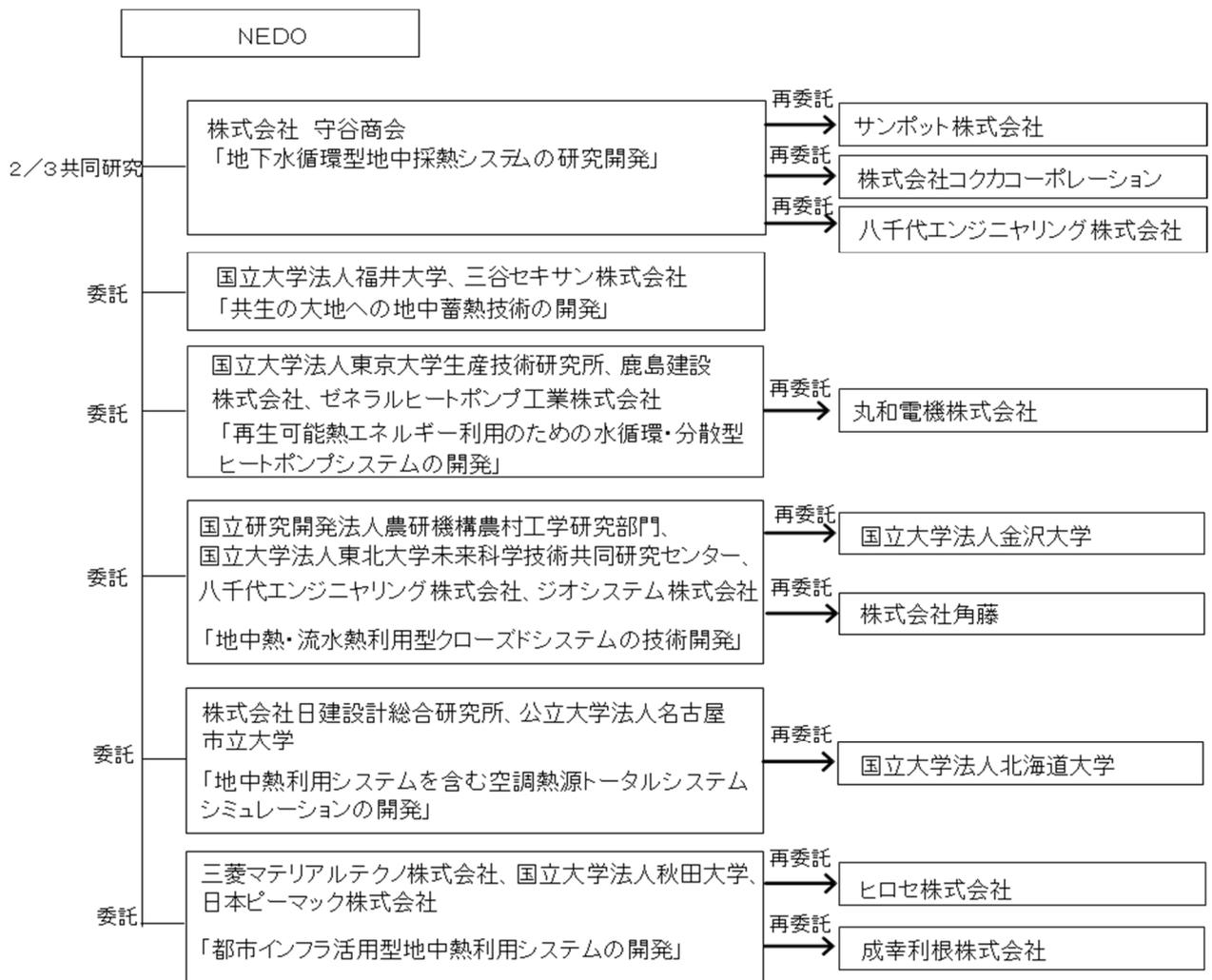
- (1) 平成 29 年 2 月 22 日、制定

(別紙) 実施体制図

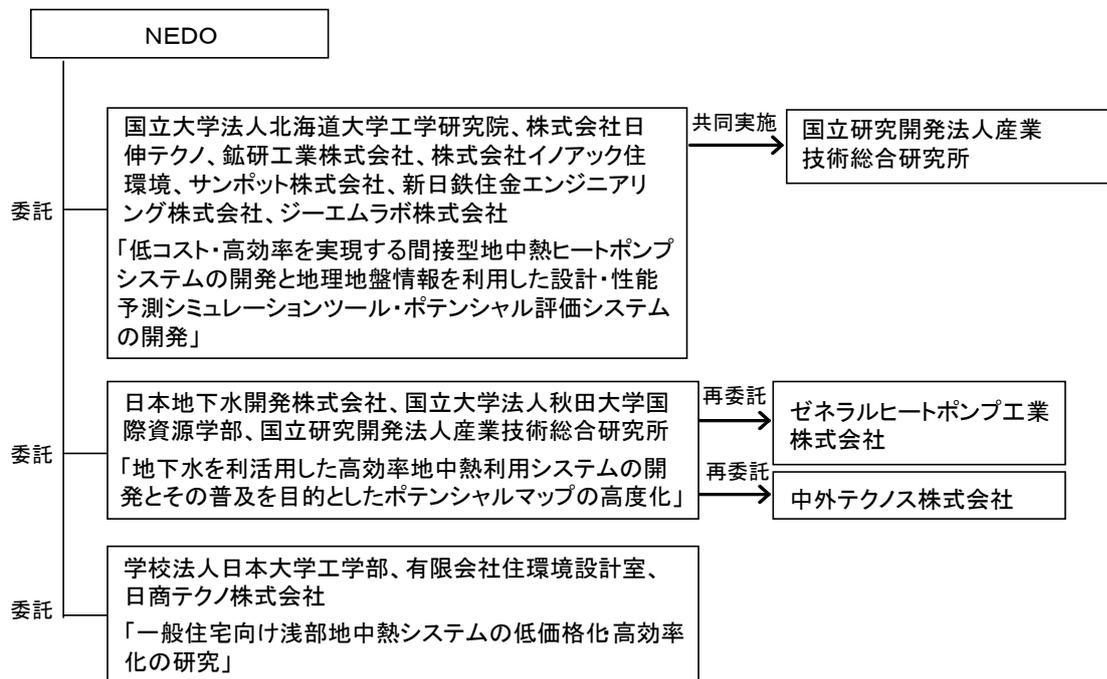
研究開発項目①「コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発」



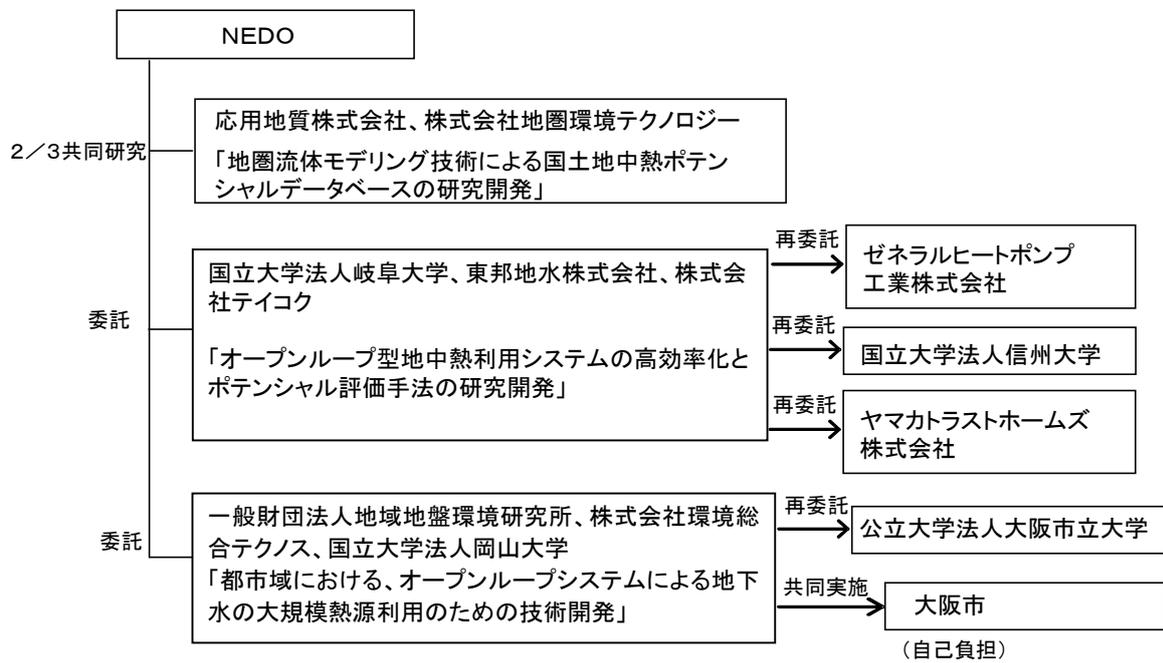
研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」



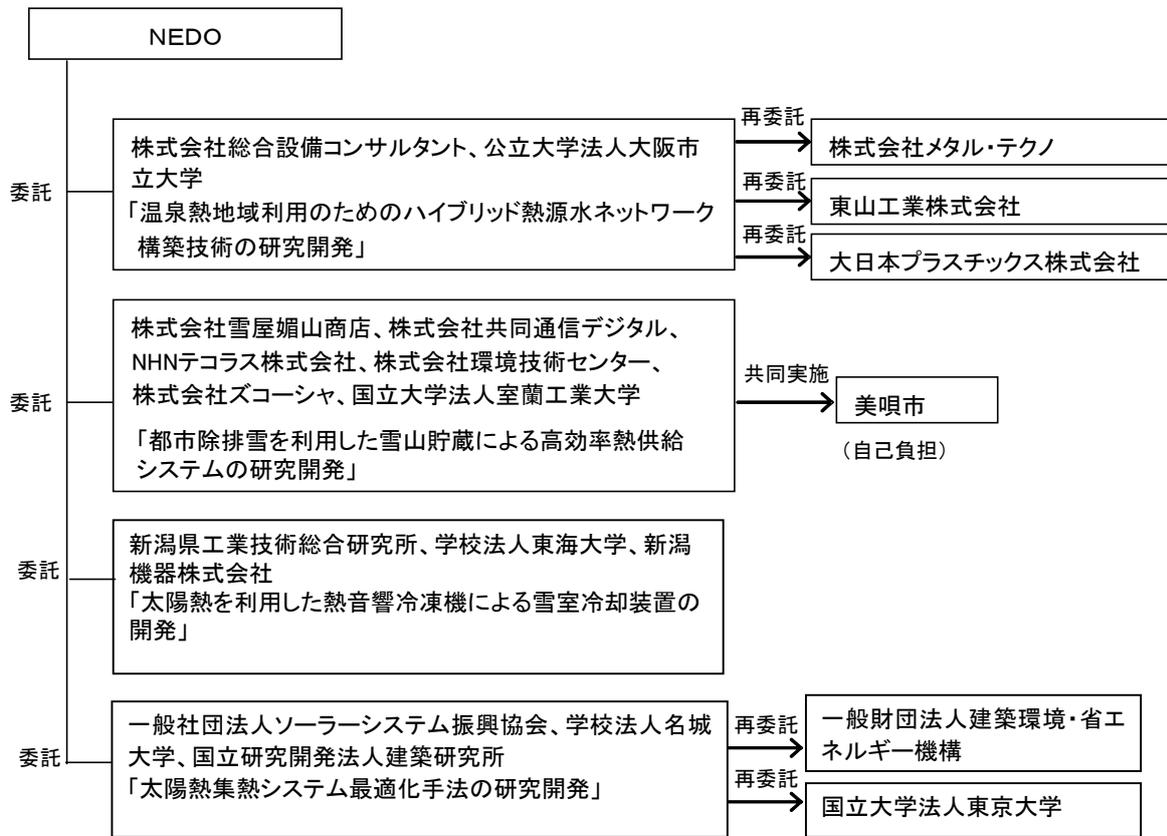
研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」及び
 研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」



研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」



研究開発項目④「その他再生可能エネルギー熱利用トータルシステムの高効率化・規格化」



研究開発項目⑤「上記①～④以外でその他再生可能エネルギー熱利用システム導入拡大に資する革新的技術開発」

