

## 平成 2 7 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 項第 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並びに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およびシステムの開発、並びに、各種再生可能エネルギー熱の利用について、蓄熱利用等を含む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（以下HP）のコストダウン並びにCOP（成績係数）向上等の高性能化開発、地中熱交換器の採熱効率向上、井戸掘削の技術（小口径、掘削速度、作業効率向上）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共に、

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。

#### 最終目標（平成 30 年度）

地中熱利用については、システムトータルで、導入コスト 20%低減、及び運用コスト 20%低減を目指す。

その他再生可能エネルギー熱利用システムについては、蓄熱・断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高効率化に資する革新的技術開発及び規格化を推進し、システムの導入コストを 10%程度低減することを目指す。

また、ポテンシャル評価技術を用いた再生可能エネルギー熱利用全国（想定される重要集積地、3 地域以上）適地マップを構築する。

#### 中間目標（平成 28 年度）

地中熱利用については、システムトータルで、導入コスト 20%低減、及び運用コスト 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。

その他再生可能エネルギー熱（太陽熱、雪氷熱、未利用熱等）利用システムについては、蓄熱・断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高効率化に資する革新的技術開発及び規格化を推進し、システムの導入コストを 10%程度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。

また、ポテンシャル評価技術は、評価技術設計、開発、試作やポテンシャルマップ設計、開発、試作等により、基本技術を確立する。

### 4. 実施内容及び進捗（達成）状況

平成 26 年度は以下の研究開発を実施した（NEDO負担率 2 / 3 または 100%）。

#### 4. 1 平成 26 年度（委託・共同研究）事業内容

##### 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

- ・既存高性能ボーリングマシンの騒音・振動測定を実施し騒音発生箇所や騒音レベルなどを特定した。
- ・エンジン内部の風路構造・ファン駆動の効率化による低騒音設計を実施した。
- ・省人化のため、自動掘削制御プログラムの検討を実施した。

###### (ii) コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発

- ・ロッド・ケーシングの継ぎ切り時間の短縮を目的とし、ロッドチェンジャーを開発した。
- ・高性能低コスト化を図るために、小型の地中熱交換器の開発を開始した。

###### (iii) 戸建住宅及び小規模～中規模建築物を対象とした地中熱配管設工法の研究開発

- ・掘削中に先端蓋から羽根付き掘削鋼管内への土の混入や先端蓋の外れがなく、掘削後に確実に先端蓋を外すことが可能な先端蓋構造を考案し、試作品を製作した。
- ・羽根付き掘削鋼管内への地下水や土の混入防止等が可能なジョイントの試作品を製作し、機械負荷に対して試作品が実用に十分な耐力を保有することを確認した。

##### 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」

###### (i) 地下水循環型地中採熱システムの研究開発

- ・地下熱採熱装置の検討及び開発を実施した。
- ・開発した採熱装置を使用し、実証プラントの建設をした。

###### (ii) 共生の大地への地中蓄熱技術の開発

- ・ビル用 P H C 杭内貯水の Ca イオン約 2000ppm をケイ酸ソーダ添加で空調機基準 50ppm 以下にし、炭酸カルシウム析出での管路目詰まり防止を実現した。
- ・地下水循環システムの開発に向け目詰まり抑制の検証などを行った。
- (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
  - ・実現可能性調査を実施し、最適な実用化システムと実証装置の規模及びその前提条件、運用条件を明確にすると共に、システム各構成要素の課題を整理して実用システムとして採算が取れるコストの見通し等を立てた。
- (iv) 地中熱・流水熱利用型クローズドシステムの技術開発
  - ・浅層地下水、農業用水等の流水利用のための技術課題と熱交換器の仕様を明確にし、浅層地下水熱交換器の試作と、流水熱交換器用の実験水路を製作した。
  - ・ヒートポンプ運転最適化のための室内機配置と温度設定を検討し、運転試験で効率改善効果を確認した。
  - ・流水熱のポテンシャル評価手法と導入適地マッピングの検討を開始した。

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
  - ・削孔機及び掘削方法最適化のためのボアホール削孔試験を実施し、分析を行った。また、新形状採熱管を試作した。
  - ・モジュール形ヒートポンプ用の試験装置を構築した。またハイブリッドシステムの制御ユニットの仕様を決定した。
  - ・地中熱利用熱回収ヒートポンプシステムの導入対象システムについて検討し、その実証試験が可能なフィールド試験設備を構築した。
  - ・複層地盤の計算が可能な設計・性能予測手法を開発した。また、地理地盤データベースの構築を開始した。
- (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
  - ・帯水層蓄熱システム用井戸を 2 本掘削して井戸構造と掘削方法を検討し、揚水・注入試験で水理定数を解析した。また、ヒートポンプの地下水熱交換器自動洗浄の方式を考案した。
  - ・半開放型地中熱システムの熱応答試験を実施し、従来方式より C O P が 10% 以上改善することを確認した。
  - ・地中熱ポテンシャルマップを作成する実験サイトを選定し、地下水流動熱輸送モデルを作成した。
- (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
  - ・熱交換井小型回転埋設機構を設計試作するとともに熱交換器錐先端の設計に着手した。また、郡山市の廃校跡に浅部地中熱利用システム用の回転埋設式熱交換井を設置した。
  - ・地中熱利用向けリファレンスマップマップのベース表示方法を利用し、浅部地中熱利用向けに対応可能とするようインターフェースを整備した。

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
  - ・地中熱利用実績の調査とデータベース化、及び三次元地質構造モデルの構築の検討を開始した。
  - ・マルチスケール国土水・熱循環モデルの開発及び地中熱利用ポテンシャル評価技術とデータベース開発を開始した。

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
  - ・ハイブリッド熱源水ネットワークの実用システム導入によるユーザーのコストメリットを従来採用される安価な集中管理方式システムと比較検討し、導入コスト低減が見通せること等を示した。
- (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
  - ・都市排雪からの高効率熱回収技術開発検討として、雪山下の熱交換路盤の仕様を策定した。
  - ・データセンターおよび利用施設（食物生産施設）の熱利用の経済的優位性を算出した。

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
  - ・実現可能性調査により、最適な実用化システムの規模およびその前提条件、運用条件を検討した。
  - ・ラジカル補足剤を添加しない場合の焼酎残渣のガス化反応式をラボスケール装置で決定し、パイロットプラントにより有効性を確認した。

#### 4. 2 実績推移

	平成 26 年度
需給勘定（百万円）	500
特許出願件数（件）	1
論文発表件数（件）	7
講演件数（件）	33
プレスリリース（件）	24

#### 5. 事業内容

平成 27 年度は以下の研究開発を行う（NEDO負担率 2 / 3 または 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・加速をはかる。

##### 5. 1 平成 27 年度（委託・共同研究）事業内容

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
  - ・既存高性能ボーリングマシンにおける騒音、振動測定結果を踏まえ低騒音対策を検討し、その結果を検証する。
  - ・自動掘削制御プログラム内容の検討結果を踏まえ、自動掘削制御ソフトを構築する。
- (ii) コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発
  - ・地中熱と空気熱の両方との熱交換を行うハイブリッド熱交換器を開発する。
  - ・掘削工事費および掘削日数を低減するため、回転数と振動数などの可変機能を持つ掘削機を開発する。
- (iii) 戸建住宅及び小規模～中規模建築物を対象とした地中熱配管施工工法の研究開発
  - ・羽根付き掘削鋼管の形状を最適化し、機械負荷、施工時間及び掘削排土を低減する。

- ・ トータルコストを最小化にする熱交換器の配置を最適化する。

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
  - ・ 実証プラントの性能評価のため、実証プラント運転データを採取及び検証する。
  - ・ 取得データに基づき、システム最適化のため効率化及び耐久性の検証をする。
- (ii) 共生の大地への地中蓄熱技術の開発
  - ・ ビル用ではPHC杭内Uチューブ設置方法を開発する。
  - ・ 戸建て住宅用ではH型コンクリート杭と地盤改良杭との兼用Uチューブ工法を開発し、床暖房・冷房・給湯システム開発施設に試験導入し、性能等を検証する。
- (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
  - ・ 水ループシステム構築技術の開発等、各システム構成要素の試作、実験を実施する。
  - ・ 運転性能予測手法を研究開発し、本システムのエネルギー消費量や経済性の評価及び運転制御法を検討する。
- (iv) 地中熱・流水熱利用型クローズドシステムの技術開発
  - ・ 浅層地下水、農業用水等の流水利用のため製作した流水熱交換器用の実験水路・実験水槽を用いて基礎データを取得する。
  - ・ 空気熱源と地中熱源の台数制御及び不凍液不使用熱源制御について検証実験を開始する。
  - ・ 流水熱のポテンシャル評価手法と導入適地マッピングモデル地域での現地調査などを開始する。
- (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
  - ・ 既往の地中熱ヒートポンプと地中熱交換器のラインナップ並びに性能特性の調査を開始する。
- (vi) 都市インフラ活用型地中熱利用システムの開発
  - ・ SMW工法による「土留壁方式」の試験フィールド構築に向けた地中熱交換器設置手法を検討する。
  - ・ サーマルレスポンス試験装置改造を詳細検討する。

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
  - ・ 排土速度、作業の自動化を検討するとともに新形状採熱管の採熱試験を行う。
  - ・ 連結型ヒートポンプ機を試作し、性能評価を実施する。また、ハイブリッドシステムの制御ユニットの試作を実施する。
  - ・ 多用途に対応した制御ソフトを試作し、フィールド試験設備に導入し、制御ロジックの検証を行う。
  - ・ 複層地盤の計算が可能な設計・性能予測手法と地理地盤データベースを活用した地盤モデルを連結させる。
- (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
  - ・ 3本目の井戸を掘削して井戸構造と掘削方法を検証するほか、太陽光集熱器を設置し、地下水注入方法と太陽光集熱器による帯水層の温度回復を確認する。
  - ・ 半開放型地中熱システムの長期運転と評価を実施する。
  - ・ オールコアボーリングを実施し、地層の熱物性計測指針を検討する。
- (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
  - ・ 熱交換井小型回転埋設機と熱交換器錐先端を試作し、埋設試験等により最適化する。

- ・浅部および従来型地中熱利用システムを構築し、各種方式の比較試験検証を可能とする環境を整備することで、精度評価を行う。また熱交換井群の制御方法を検討する。
- ・リファレンスマップ検証用井戸を設置するとともに数値解析により採熱性能を評価する。

#### 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
  - ・地中熱利用実績の調査をデータベース化し、三次元地質構造モデルを構築、検証する。
  - ・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
  - ・最適逆洗技術や地下水熱交換技術などオープンループ型地中熱利用システムの仕様を検討する。
- (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
  - ・都市域で地下水を大規模熱源に利用するオープンループ型地中熱システムのコスト及びリスク回避に対して、観測井による地下水管理技術の有効性を検証する。

#### 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
  - ・材料浸漬試験によるスケール付着、腐食状況の確認及び流下液膜式熱交換器用材料を選定する。
  - ・流下液膜式熱交換器等を試作し、試験、評価を行う。
- (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
  - ・除排雪体制に関して小規模実験を行う。
  - ・雪冷熱を利用した事業モデルの検証を行う。
- (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
  - ・太陽熱から冷熱を得るための熱音響冷凍機の開発に当たり、熱量設計に関する技術的実現性の検討を開始する。
- (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省エネ性能最適化手法に係る技術開発に必要なデータ取得のための実証設備構築に着手する。

#### 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
  - ・実現可能性調査を継続し、最適な実用化システムの規模、前提条件を明確にする。
  - ・ラジカル補足剤を添加した場合の焼酎残渣のガス化反応式をラボスケール装置で決定し、パイロットプラントにより有効性を確認する。

#### (2) 平成 27 年度事業規模

需給勘定 1,000 百万円 (NEDO 負担分)

※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、熟利用の普及拡大のために必要な取り組みに協力するものとする。

(2) 複数年度契約の実施

平成26年度～28年度の複数年度契約による研究開発を実施することを基本とする。

(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。

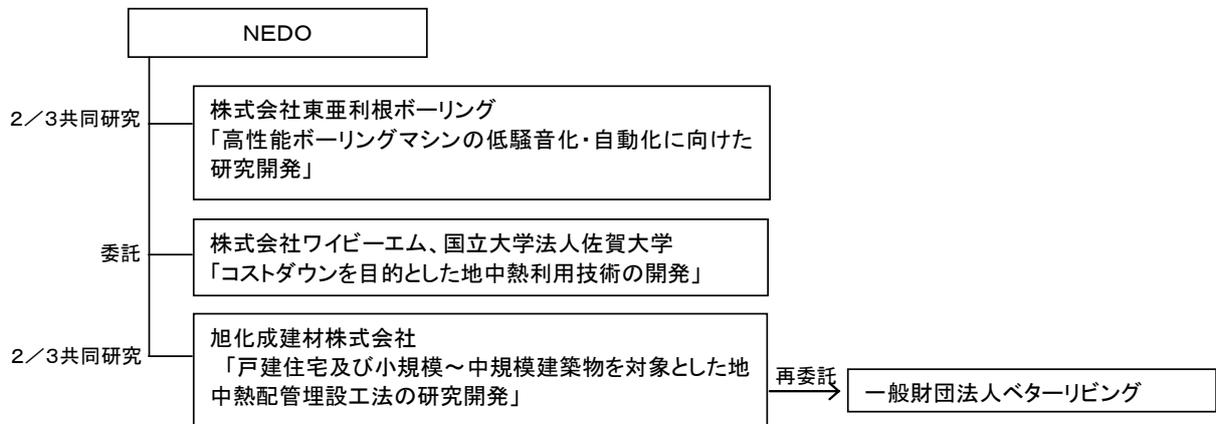
7. 実施方針の改定履歴

(1) 平成27年3月27日、制定

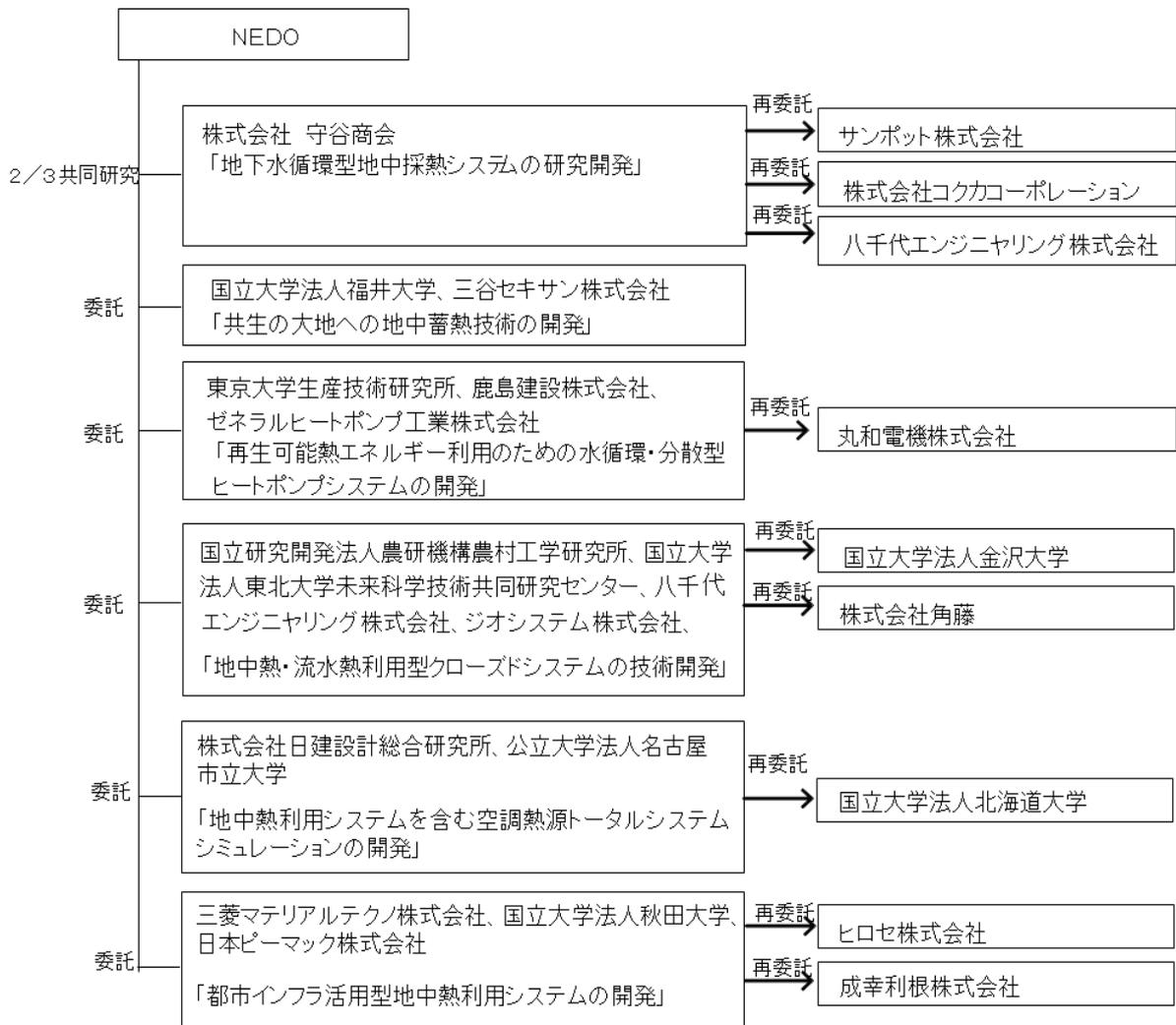
(2) 平成28年2月23日、改定

(別紙) 実施体制図

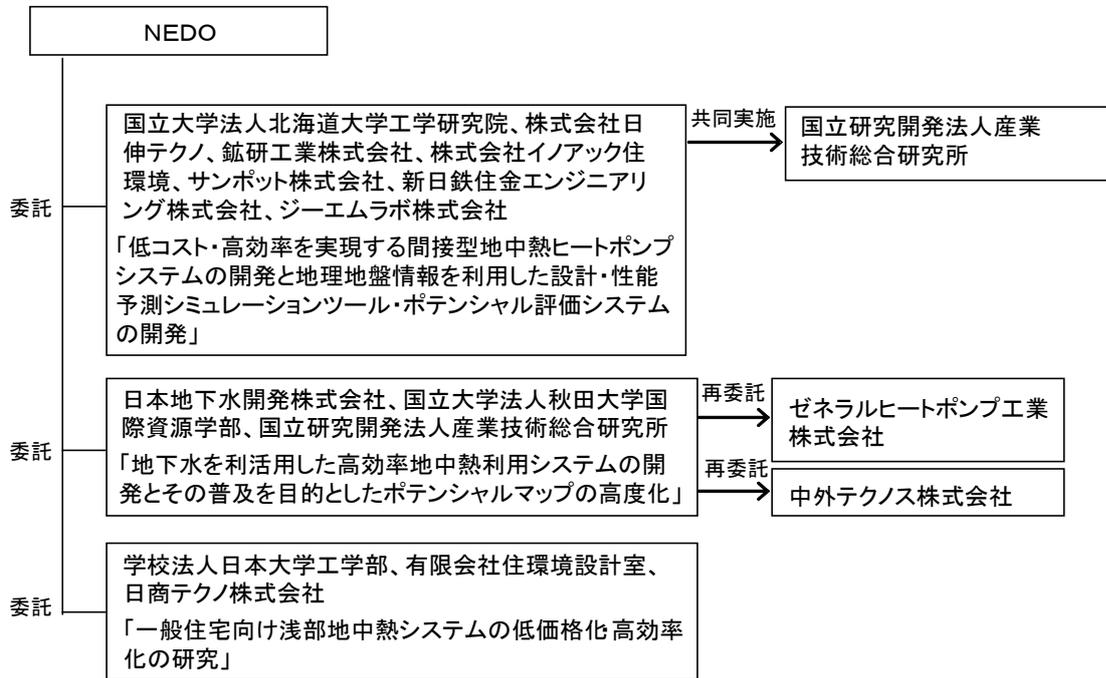
研究開発項目①「コストダウンを目的とした地中熱利用技術の開発」



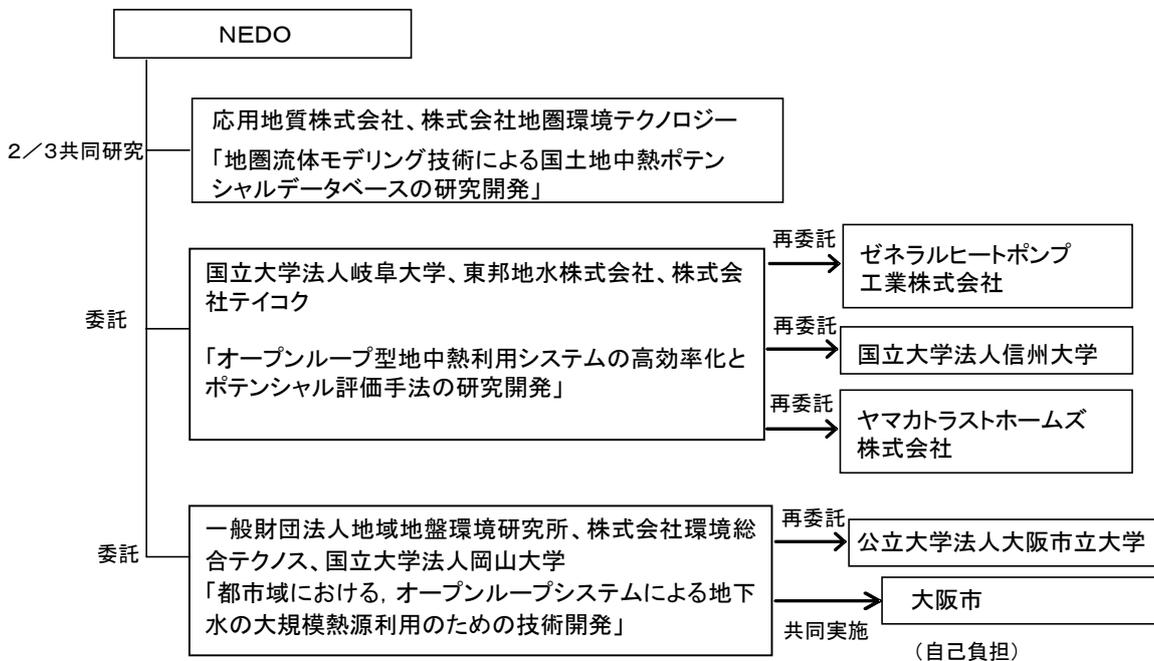
研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」



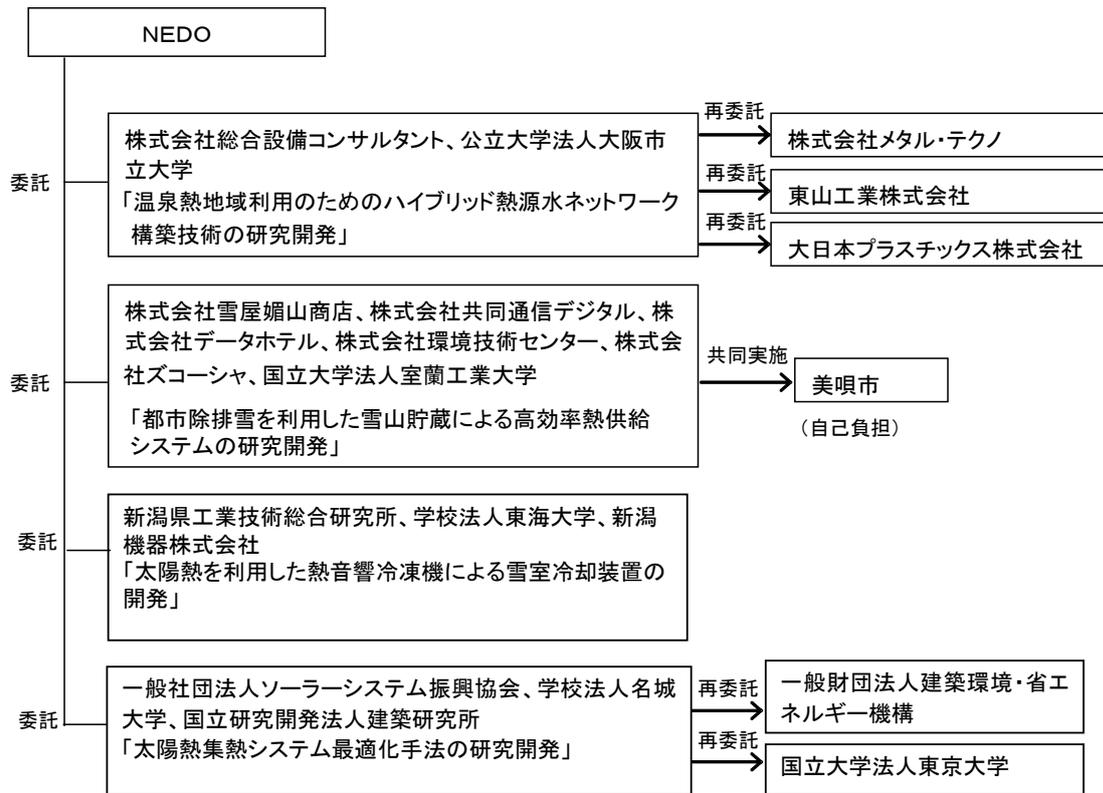
研究開発項目②「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化」  
 研究開発項目③「再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発」



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」

