

研究評価委員会
「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」(終了時評価) 分科会
議事録および書面による質疑応答

日 時：2024 年 6 月 6 日（木）13：00～17：20

場 所：NEDO（川崎）2301-2303 会議室（リモート開催あり）

出席者（敬称略、順不同）

<分科会委員>

分科会長	齋藤 潔	早稲田大学 理工学術院 教授
分科会長代理	秋澤 淳	東京農工大学大学院 工学研究院 先端機械システム部門 教授
委員	高橋 溪	三菱UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 経済・産業ユニット 産業創発部 主任研究員
委員	田中 雅人	ミサワ環境技術株式会社 広島本社 常務取締役
委員	濱元 栄起	埼玉県環境科学国際センター 土壌・地下水・地盤担当 主任研究員
委員	安田 健一	株式会社三菱地所設計 経営企画部 執行役員 経営企画部長

<推進部署>

山田 宏之	NEDO 新エネルギー部 部長
上坂 真(PM)	NEDO 新エネルギー部 主幹
馬場 恵里	NEDO 新エネルギー部 主任研究員
片山 陽介	NEDO 新エネルギー部 主査
彦坂 芳久	NEDO 新エネルギー部 主査
近藤 洋裕	NEDO 新エネルギー部 主任
鶴和 義和	NEDO 新エネルギー部 専門調査員
松尾 純志	NEDO 新エネルギー部 主査

<実施者>

桂木 聖彦	日本地下水開発株式会社 代表取締役社長
山谷 睦	日本地下水開発株式会社 営業本部企画開発部 部長
今田 和彦	日本地下水開発株式会社 技術本部設計部 担当部長
伊藤 健大	日本地下水開発株式会社 技術本部設計部 主任
新宮 紫苑	日本地下水開発株式会社 技術本部設計部 係
柴 芳郎	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 再生可能エネルギー研究所 会長
駒庭 義人	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 再生可能エネルギー研究所 副主席
塩谷 正樹	鹿島建設株式会社 専任部長
鶴見 隆太	日建設計総合研究所 研究員
近藤 武士	日建設計総合研究所 主任研究員
鵜飼 真貴子	名古屋大学大学院 環境学研究科 准教授
長野 克則	北海道大学 工学院 空間性能システム専攻 教授

<オブザーバー>

千葉 恭男	経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課 課長補佐
金地 隆志	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価調整官
村中 祥子	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 課長補佐
亀山 孝広	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 課長補佐
浅野 常一	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価係長
小林 義昭	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 評価企画係長
渡辺 智	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価専門職員
宝関 義隆	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価専門職員

<評価事務局>

山本 佳子	NEDO 評価部 主幹
佐倉 浩平	NEDO 評価部 専門調査員
宮代 貴章	NEDO 評価部 専門調査員
板倉 裕之	NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの説明・詳細説明
 - 5.1 プロジェクトの説明
 - 5.1.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 5.1.2 目標及び達成状況
 - 5.1.3 マネジメント
 - 5.2 プロジェクトの詳細説明
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの補足説明
 - 6.1 全体説明
 - 6.2 地中熱利用システムの低コスト化技術開発
 - ・ ZEB 化に最適な高効率帯水層蓄熱を活用したトータル熱供給システムの研究開発
 - 6.3 太陽熱等利用システムの高度化技術開発
 - ・ 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
 - 6.4 高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発
 - ・ 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
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、分資料の確認

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・配布資料確認（評価事務局）

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【齋藤分科会長】 早稲田大学の齋藤と申します。専門は熱システムのダイナミックスや制御などの領域になります。本日は一日どうぞよろしくお願いいたします。

【秋澤分科会長代理】 東京農工大学の秋澤と申します。私は、排熱利用のヒートポンプや太陽熱利用に関する研究をしております。よろしくお願いいたします。

【高橋委員】 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングの高橋と申します。私は、民間シンクタンクでエネルギー分野の調査研究を実施しており、熱利用に関しては10年ほど力を入れてやっております。どうぞよろしくお願いいたします。

【田中委員】 ミサワ環境技術株式会社の田中と申します。弊社は地中熱を利用した設備の設計や施工をやっており、私はその中でも地中熱利用の研究開発及び設計をやっていきます。本日はよろしくお願いいたします。

【濱元委員】 埼玉県環境科学国際センターの濱元と申します。私は、地域への地中熱普及という観点から、地中熱ポテンシャルマップや実証試験等の研究を行っております。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【安田委員】 三菱地所設計の安田と申します。建築環境工学を専門としており、これまで大規模複合建築物から2階建ての営業所まで建築設備設計を行ってきています。現在は設計事務所の経営企画を担当しておりますが、経産省のZEB・ZEH-M委員会等を通じ、カーボンニュートラルな社会の実現に向けて微力ながら携わっています。どうぞよろしくお願いいたします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの補足説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【齋藤分科会長】 ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明に対する御意見、御質問等をお受けいたします。田中委員、お願いします。

【田中委員】 資料5-1の16ページのアウトカム達成までの道筋について、プロジェクト終了から市場拡大、量産化によるコスト低減、あるいは共通基盤技術について、規格化・標準化に向けた活動が始まっているものと理解しました。今後のこういった活動について、NEDOとして何か継続して支援をされる計画

があれば教えてください。

【上坂 PM】 事業終了後については、成果の発信ということで、毎年、「再生可能エネルギー世界展示会」という展示会を通じ、プロジェクト成果を発表する機会があります。そこで実施者様に展示・発表をやっていただくことがまず一つあると思います。またもう一つは、報道関係のプレスリリースといったものもそうですが、昨年度もございましたが、学会等を通じて、また、よりマーケットを広げる観点から自治体様を含め、導入していただく権限をお持ちの方々に PR していく部分もあると思っています。一方、今回は地中熱のところに特化しましたが、規制のあるところに導入していく部分については、地中熱利用促進協会様でも国交省といった所管官庁がをお持ちのガイドライン等にどのように盛り込んでいくことができるかといったところで、前向きかつ推進的に動いていただいています。加えて、NEDO 側でも同協会などとディスカッションをしながら、どのように成果を見せていくかについては継続的に議論を行ってまいります。他方、実際のシステムとしては、他の機器売りとは違い、よりオーダーメイドなシステムだという認識を持っています。例えば先ほどお示した過去プロジェクトでも少し実績が出てきているように、直前のプロジェクトの成果はすぐに事業化にならずとも、その一部の掘削の工法であるとか、機器システムの提案といったものだけでも少しずつ市場導入いただくことができるとよいと考えます。金銭的なところで支援をするのは難しいところもありますが、ソフトの支援は引き続き進めていきたいと思っています。

【齋藤分科会長】 それでは、秋澤分科会長代理、お願いします。

【秋澤分科会長代理】 今の質問にも関連しますが、例えば以前の再エネ技術開発プロジェクトのアウトプット後にアウトカムに至るまでの間には、恐らく NEDO のコミットがあったと考えてところで、具体的にはどのようなことをされたのかを伺います。また、前の予算規模が 43 億円であり、今回は 15 億円ということで半分下回っているわけですが、それは再エネ熱に対する予算の割当てが先細っているのでしょうか。そのあたりの規模感、動向についても何か NEDO としての見解及び方針があれば教えてください。

【上坂 PM】 再エネ熱をテーマとした一連の事業は、フェーズを持って段階的に進めてきたものとなりますが、前プロジェクトにおいては、再エネ熱に関してエネルギー基本計画でも 8 種類が示されているように、より広く再エネ熱の事例を作っていくところを主眼にやっていました。その中で、実際に助成事業に比べ、より事業化の部分のリードタイムは長くなる部分があります。先ほど説明したとおり、過去プロジェクトの各テーマは、こういうシステムの再エネ熱の組合せの事業があるといったことを、事例として広報的なパンフレットを作って紹介してまいりました。それを、そのまま同じものとはいえないかもしれませんが、各地方の自治体様がお持ちの補助金において、設備導入の選択肢として NEDO で実証したような設備を使っていただく、その一部を使っていただくといった点につなげていきたいというねらいで、成果を事例としてまとめています。一方、予算規模としては、前回は委託事業ということで事業費負担がない分、テーマのフォーカスを絞り切れていなかった点もあるのですが、そうした大きく打ち上げた形の事業に比べ、今回のプロジェクトは助成事業として、より確度の高いテーマをフロントランナー的に事業者さんが実施したものという位置づけになります。財政面においては、全体的に再エネ熱に対して拡充できなかった点もあるかもしれませんが、より明確に支援するターゲットを絞ってやってきたことから、結果的に、予算規模を一部スリム化したような部分もあったのではないかと思います。他方、共通基盤として、代表的な地中熱においても、より入口の設計段階といったところではコスト課題がまだあるといったことで、その点は委託事業で共通基盤として取り組ませていただきました。その都度、国としてやるべき必要な予算に重点をシフトしており、熱版の FIT のような形で再エネ熱をより投資的に呼び込めるような状況にはまだなっていないと個人的には思うところですが、その一つ前段として広く再エネ熱の事例を実証した段階と、今回はそこを絞ってよりフロ

ントランナーの効果を見せていくといったプロジェクトの違いがあると理解いただければ幸いです。

【秋澤分科会長代理】 前は委託事業が多く、今回は補助事業が重点的といった理解でしょうか。

【上坂 PM】 実証の開発項目に関しては助成事業ということで、実施者様に負担があったと形になります。

【秋澤分科会長代理】 ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 それでは、安田委員、よろしくお願いします。

【安田委員】 資料 5-2 の 6 ページについて伺います。今回、給湯も含めた地中熱利用ということで高齢者住宅など給湯負荷のある施設についてとなっています。地中熱利用となると給湯負荷があるところが非常に狙いどころとしてはよいと思いますが、ターゲットとして考えられる老建等、高齢者関連施設というのは、実は 2000 年から 2005 年当りに大量に造られており、少し調べると年に 30,000 室ほどになっています。そして、それら施設がリニューアル時期をまさに迎えます。そうしたところでは、事業原簿にも書いてありますが、既存のオーナーにもぜひ普及をしていきたいところです。また、ファイナンスも含め、導入のスキーム等を提案できると普及に弾みがつくのではないのでしょうか。それから今の質問にもつながるのですが、そのあたりの戦略などをやっていくことで、例えば普及によるコストの好循環といったアウトプットからアウトカムへの展開が図れると考えますが、そういったところにつなげていく議論は既に行われているのでしょうか。

【上坂 PM】 非常に現場のユーザーサイドとして状況を踏まえたご指摘を頂戴いたしました。我々もまだそこまで実際の現場ごとのリニューアル時期などを各業種、ターゲットで明確に整理できているわけではありませんが、おっしゃるように今回、割と小規模な形での実証事例になっている側面もあると思います。そこからよりターゲットを広げていくという意味での熱利用、また熱利用としての適切な規模感を想定したときに、高齢者施設というのは、ホテル、病院といった大規模なものに比べるとより適切であり、こういうテーマが非常に有望だと理解している次第です。一方、例えば新築を狙っていく、既存のリプレースを狙っていくといった市場戦略について、明確に何かイメージができていのかと言われると、そこは今後になります。ですので、そこについては、そういった想定を持ちながら、面的に実証していく次のプロジェクトを進めたいと思います。その中でも、都市開発的にゼロから大規模に構築するケースと、既設の施設に面的なスケールメリットを出していくケース、両面の成果から、設計事務所であるとか、ゼネコンの方々の選択肢の一つになっていただけるようなアピールを目指したいと思います。今回のプロジェクトではそういった成果までに至っていないかもしれませんが、次のプロジェクトを行う上で、そうした観点及び情報を取りながらやっていきたいと思います。

【安田委員】 ありがとうございます。関連して、設計する立場から申し上げます。今回行った個別のプロジェクトの中で地下水位のグラフに関して事前に質問をしましたが、それに対し回答として頂いた具体的なデータというものが非常に有益だと思います。オープン・クローズ戦略も分かるのですが、ノウハウのところは当然クローズでありながらも、地下の温度が実際に使ったらどのように変化するというのは地域によってそれぞれ異なるわけですから、データが多いに越したことはないと考えます。この後の基盤のところにもつながっていくのですが、そういったデータがあると、設計する立場から見て「この地域でこういう実績がある。そうであれば、このぐらいを期待してやってみよう」といったところに進んでいくと思いますので、ぜひデータの公開を進めていただけたら幸いです。

【上坂 PM】 貴重な御意見をありがとうございます。実施者様を通じて出せる、出せない等はあると思いますが、そういったニーズがあるといった点で、よりマーケットが広がっていく可能性があり、情報を出していくことは可能な範囲でできるものと考えます。ご指摘踏まえ、今後も研究開発を行っていききたいと思います。

【安田委員】 知財に絡むノウハウ等は構いませんが、例えば事前質問で出していたいただいたグラフ 3 枚を見ただけでも、実は冬よりも春のほうが低い温度と分かります。そうすると、季節的な温度というのは時

間遅れがあることをはじめ、夏を通じて年間でも5度程度の変動で収まっていることが把握できるのです。当然ながら条件は種々あるためケースバイケースにはなりますが、そういった実証のデータを見ると設計意欲が非常に湧いてくるものですから、そういった公開できるようなデータはぜひ公開していただけるとありがたいです。

【上坂PM】 承知いたしました。

【齋藤分科会長】 それでは、高橋委員、お願いします。

【高橋委員】 私も熱利用のマーケット調査等をこれまでやってきていますが、日本の場合、温暖な気候、かつ空気熱ヒートポンプエアコンのような非常に効率の高い機器も普及しているので、ターゲットを決めて普及戦略を練っていくことは非常に重要だと思います。その上で2点伺います。1点目は、NEDOとしてこのプロジェクト及び今後を含め、どのようなターゲットとして再エネ熱を普及させていくのか。そして2点目は、どちらかと言えば家庭用・業務用において業務用のターゲットが多かったように理解しているのですが、それは事業を募集した結果によるものなのか、それとも、もともとそこをターゲットとして意識的に採択をしていったものになるのでしょうか。そのあたりを教えていただけると助かります。

【上坂PM】 1点目のマーケットとしてのターゲットですが、熱供給という全体で見たときに、過去のNEDOプロジェクトにおいても、再エネ熱に限らない熱供給という意味で、都市供給的に大規模なテーマもあったと思います。一方、再エネ熱を使っていくところにおいては、より地域特性という部分で、もう少し小規模に今の機器であるとか再エネ熱の実証をしていく中で、プロジェクトの投資対効果といったところにこだわり過ぎず大規模なものではなく進めてきたものと考えます。そうした意味では、ターゲットとしては、別のプロジェクト等でもあるように、例えばスマートシティのような大きなものとして海外にそのまま日本型を移設するといったプラント輸出的なことにはたどり着いていない面もあると思います。一方、現在、プロジェクトの3ステージ目に入ってきており、次期プロジェクトでは、より熱供給としての規模感を出すところを意識していく必要があると考えます。そのように規模を多くしていけばいくほど、再エネ熱独自でやるのか、もしくはアシスト的な部分を出していくのかといったところで、これは我々新エネルギー部の立場での意見になりますが、再エネ熱をどこまで強調できるかといった点で、あまりそこにこだわり過ぎてはいけないといった思いも持ちつつ、現時点においては再エネ熱自身でのコスト低減、効果に対する可能性を技術面で追求していくことが面的利用における第一歩であり、小規模ではあるものの、民生的な需要を狙っていくものと思っています。

他方、業務用が結果として多かったという2つ目のご質問について確認ですが、業務用というのは民生空調といった理解で合っているのでしょうか。

【高橋委員】 資料5-1の13ページに省エネ部と新エネ部の事業内容のすみ分けが整理されていますが、新エネ部ではどちらかと言うと家庭用・業務部門をターゲットにしていると認識しています。その中で、家庭というよりは業務部門が中心だったように思うところで、そのあたりの背景であるとか、結果的にそのようになったのか、もしくは意図的だったのかといったあたりを伺いたく思います。

【上坂PM】 1つ前のプロジェクトのレベルであれば、もう少し小規模な戸建てぐらいのところに地中熱方式で行っていたプロジェクトがあったと思いますが、今回においては、より実際に事業者のほうでコストを負担してビジネスモデル的に導入していこうという中でのビジネスとしての受入やすさを考えた際に、今の市場であれば、個人向けの地中熱マーケットと比べると、もう少し公共的なところ、自治体を中心にしたところをマーケットとして想定されていたと考えます。一方、今後、東京都で太陽光発電、太陽熱、地中熱の新築義務化という制度が始まったときには、個人向けのマーケットがもう少し出てくるのかもしれませんが、このプロジェクトをスタートした時点においては、そういった状況ではなかったと理解しています。

【高橋委員】 結果的に事業者が業務用のほうが有望と判断して、そのようなプロジェクトが多くなったものと理解しました。ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 それでは、濱元委員、お願いします。

【濱元委員】 2点伺います。1点目は、先ほどの議論にもありましたノウハウの秘匿の部分になります。社会実装や再エネ熱の普及を考える場合には、ノウハウの秘匿部分が多いとせっかく開発した技術も広まりにくいと思うのですが、その点についてはどのあたりで整理をされているのでしょうか。それから2点目は、この開発期間中において、コロナの影響をはじめ、マネジメントを進める上で何か変更点、苦労、工夫等があれば教えてください。

【上坂 PM】 まずノウハウの点ですが、この後、実施者の非公開セッションもあるため、そこで発言できる部分があれば、少しディテールのところで補足をいただければと思います。また、プロジェクト実施において、NEDO 側としては各実証事業の中で、そういった特許取得等は意識して取り組むようマネジメントしてきました。その必要な部分においては、ビジネスモデルが想定できた事業者さんでは意識していたと思うものの、一方、まだそこまで事業化をして進めるかどうか判断できない場合、一部ノウハウとしてとどめるのか、特許まで持っていくのかといった判断もあったと思います。そうしたことから、潜在的な形で特許化の件数等を含め、本プロジェクト全体で見たときには、少なめといった印象が生じたのではないかと思います。また、ものづくりそのものを対象にした事業ではないといった側面もあり、実際にビジネスで使っていくのであれば特許化をする部分がもう少しあると考えます。他方、熱供給という形でビジネスなり設計の中で、ある種職人的な部分といった点でノウハウとして持つ役割のビジネスを考えている業者においては、よりそこは強くなると思います。おっしゃるとおり、秘匿は普及の意味でマイナス要素があるため、そこは先ほどの再エネ熱協議会様の人材育成等を通じ、広く様々な講習会であるとか、そういったところをやっていただくことが望ましいのではないかと考える次第です。（※コロナの影響については、非公開セッションにて回答）

【濱元委員】 分かりました。ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 それでは、田中委員よろしくお願いします。

【田中委員】 先ほど特許出願について4件との説明をいただきましたが、その点について、審査状況を把握されていることがあれば教えていただきたいと思います。

【上坂 PM】 現状、出願に関する情報までは押さえているものの、特許化・権利化をされた点については、申し訳ありませんがこの場での回答が難しいです。

【田中委員】 分かりました。ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 それでは、後ほどお調べいただくという形でよろしいでしょうか。

【上坂 PM】 確認を取りたいと思います。（※特許化については、非公開セッションにて回答）

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。それでは、時間が参りましたので、議題5の質疑応答は以上といたします。

（非公開セッション）

6. プロジェクトの補足説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【安田委員】 本日は、プロジェクトの詳細について御説明いただきありがとうございました。いずれのプロジェクトも、実用化に必要なコスト低減について研究実証をされていて非常によいと感じました。地中熱や太陽熱などの再生可能エネルギーを熱利用する場合、具体的な建築に実装する際には、先ほども冷媒のところでは言いましたように、ヒートポンプとの組合せになると思うものの、場合によっては、温度帯によっては直接利用もできますし、蓄熱槽や貯湯槽等のバッファと組み合わせると再生可能エネルギーの利用効率が上がると思います。それらを含め、経済設計をするためには、給湯も含むのですが、建物側の熱需要といかにマッチさせるかが重要になると設計側としては思うところです。そして、今回、個別のプロジェクトが多々ありましたけれども、そこで得られた実証データ等は大変設計の参考になる貴重なデータでした。ぜひプロジェクトに関わられた方々にあつては、学会や協会誌を通して整理し、公表していただけると大変助かります。また、地中熱利用の規格を検討した際に、実際に導入するかどうかでいま一つ踏み切れない要因としては、地域や地盤によってどの程度再熱できるかが調査をしてみないと分からないといった不安があります。今回の共通基盤技術開発で行っているような見かけの伝導率データベースをつくることや設計ツール等も出していただけると、非常に地中熱導入時の不安も解消されますし、そのデータベースが REPOS のようなオープンデータとして広がっていくことで、ますます普及に弾みがつくのではないかと感じるとともに、大変期待感を抱きました。

【齋藤分科会長】 ありがとうございました。続いて、濱元委員、よろしくお願いします。

【濱元委員】 本日はこのような機会に呼んでいただきましてありがとうございました。いずれの研究のテーマにつきましても、非常に大きな成果が得られていると感じています。また、自治体視点からお伝えしますと、テーマ1、テーマ2の例えば帯水層蓄熱、天空熱源といったものは公共施設を建てる際に活用できる技術だと思います。またテーマ3については、地域において例えば住民へ再エネ熱の導入を普及させる際のツールとして活用させることや、さらには地域における適正なシステムの導入といったものに役立てられると感じました。それから、本プロジェクトは最先端の技術開発に加え、人材育成講座、学会の特別セッションといったもので非常に積極的に情報発信をされていることは大きく特筆すべき点だと思います。これらの開発の要として、新エネルギー部の皆様が全体のプロジェクトの管理をはじめ、実施者間の情報共有など非常に積極的に実施をされたおかげで最大限の成果が得られたものと思いますので、これからも御尽力をいただければ幸いです。

【齋藤分科会長】 ありがとうございました。続いて、田中委員、よろしくお願いします。

【田中委員】 本プロジェクトでは様々な案件で研究開発をされており、例えば地中熱では、地盤の熱伝導率のデータベースの構築をはじめ、サーマルレスポンステスト、設計のツール、掘削機の開発、施工方法の開発や、地中熱交換機の開発においては直膨式や杭方式、オープンループ、ヒートポンプの開発といった非常に多岐にわたっており、本当に建築に導入する際の上流から下流までを網羅したテーマが採択されていました。そして、それぞれ設定された目標をおおむね達成されているということで、すばらしい成果が出ているのではないかと感じます。その上で、少し気になった点として、技術開発については成果が出たところで、あとは事業化に向けて取り組む必要があるといった項目もあったかと思います。今後は、そういったところを継続的に事業化に向けて支援していくような仕組みがあるとよいと考えます。これはNEDOが直接取り組まれる必要もないかとは思いますが、例えばスタートアップの技術シーズを事業化していくといった支援プログラムが様々なところにあります。そういうところの情報提供といった形でいいと思いますが、本当に事業として身になるところに向けて支援する取組を検討いただきたいと思います。また、濱元委員の事前質問の中にあつた点になりますが、物価の変動におい

ではこのところ安定的に物価が上昇していくような傾向にあります。コストダウンを評価するときに、どこにベンチマークを置くのかをはっきり決めないと、何もしなければコストがどんどん上がっていくという世の中になっているため、例えば5年前に事業が始まったときと同じコストでやっているというのは、実質的にはコストが下がったような状態と言えると思いますし、そのあたりの評価のやり方というのが何かあればいいのではないかと思います。最後に、今回の事業はコストダウンが主なテーマだと思いますが、我々、地中熱をビジネスとしてやっている中で、このところコスト度外視でとにかくカーボンニュートラルをやるということで採用される事例が特に民間のプロジェクトの中で出てきていると感じております。そういったコスト以外の要素、省エネであるとか、今後、排出権取引といったことも出てくると、CO₂の削減自体はコスト低減に結びつくといったこともあると思いますので、そういった観点の評価も同時にPRされていくとよいのではないのでしょうか。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。続いて、高橋委員、よろしくお願いします。

【高橋委員】 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングの高橋です。新エネ部の皆様、今日は御説明をいただきましてありがとうございました。この事業に関しては、2014年度の前事業で開発した要素技術も活用しながら、トータルシステムとしてシステム全体を開発していくプロジェクトであったと認識しています。今日は個別に幾つか成果も紹介いただきましたが、とてもいい成果であり、低コストのシステムができた実感しています。再エネといいますと、太陽光、風力といった再エネ電力が注目されがちですが、熱需要は非常に大きいですから、この開発したシステムが熱利用の脱炭素化に寄与する、この技術を普及させるというところが今後とても重要だと思い期待しているところです。あと、再エネ熱の活用については、「欧州と比べると日本は少し遅れているのではないか」といった点で指摘されることも多いと思いますが、欧州とは気候条件も相当違いますし、熱利用に関しては日本型の技術を開発していくことが非常に重要だと思います。そういう意味で、今日紹介いただいた帯水層蓄熱、熱源水ループによる熱融通等は、まさに温暖な気候でも有効なシステムのものが開発されたところだと理解いたしました。次期プロジェクトでは面的利用、あるいは電力とのセクターカップリングにも力を入れていくということですから、また尽力いただけることに期待しております。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。続いて、秋澤分科会長代理、よろしくお願いします。

【秋澤分科会長代理】 東京農工大学の秋澤です。本日は御説明ありがとうございました。事業者の皆様も大変素晴らしい成果を挙げられており、アウトプットとして十分なコストダウンの見通しができたことは大変喜ばしい結果だったと思います。ぜひこれをアウトカムにつなげられるように、より一層のコミットをしていただき、マーケットを開発していただけたらと思います。アウトプットをアウトカムにつなげる上でのバリアというのもまだあると思いますから、NEDOにおかれては、技術開発及び一定の開発成果が出たその後も何らかの支援、サポートがあるとより効果的なのではないかと考えます。また、私は再エネ関係で実務的な人材育成が非常に重要だと思っており、そういう意味で、今回、3協会が再エネ熱についての教育研修を引き継いでやっていただけるという意味では、非常によいフォーメーションができたと思います。直接NEDOはコミットをされないのかもしれませんが、そういう受皿を同時に開拓していくことも重要だと思います。加えて、再エネ熱については、エネルギー基本計画に書かれている割には、それほど皆様の認知が高くなく、もっと推進するべきだと個人的に思っております。また、地中熱も非常に大事ですが、それ以外の再エネ熱、太陽熱をはじめとして、まだまだ普及という意味では海外に比べて全く弱いという点もあります。既存の技術だと技術開発要素がなくサポートを受けにくいところもありますが、これからの時代、再エネ熱をより強化していかないとカーボンニュートラルにはならないと思います。改めて、再エネ熱が総力戦を戦っていけるようにサポートをしていただけたら大変ありがたいです。「再エネ熱はアシストではなく、主たるエネルギー源になる」、それが今後の方向だと思いますので、ぜひ引き続きよろしくお願いいたします。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。それでは最後に、分科会長を仰せつかりました早稲田大学の齋藤より講評をいたします。皆様、本日は非常に活発な議論を大変ありがとうございました。皆様、御承知のとおり、カーボンニュートラルを実現していくには、エネルギーの最終利用は50%以上が熱であるため、再エネ熱を含め、これらを有効活用していかなければなかなか実現できないと思っております。今後ともぜひ熱利用をうまく進めていくように、NEDO 及び経産省の皆様においては、熱をより活用する技術に対して様々な支援をいただけたらと思います。一方、熱利用というのはなかなか難しく、エネルギーの観点から見ると質は低い、エネルギーの密度は低い、しかし、コストはかかるということで、これほど使いにくく難しい技術はないと思っています。特に再エネ熱の利用となれば、非常にニッチな分野になりますから、一事業体で全てをやるというのは相当難しい技術だと思います。そうした中で、改めて NEDO プロジェクトの話を聞き、NEDO のプロジェクトであるということが非常に重要であると実感したところです。今回コストの話が非常にメインであり、私も再エネ熱利用に関しては、いかにコストを下げるかが重要だと常々認識しているところです。エネルギーの面で見ても、再エネ熱の利用となると、ヒートポンプの技術とセットになっていくと思いますが、ヒートポンプ普及という面で見ても、ヒートポンプには、熱源がないというのがいつも大きな課題になるわけです。非常に技術も進んできており、熱の取り出しに関しては200℃ぐらいもそろそろ夢ではなくなってきました。高温化 NEDO プロのほうでやられていると思いますが、ヒートポンプが非常に幅広い範囲で使えるようになってきていることで、普及をしていかなければいけないのですが、先ほど申し上げたように熱源がないことしばしば起こります。ですから、この再エネ熱の利用は、ヒートポンプ技術の普及という意味でも非常に効果があると考えており、大いに期待をする次第です。また、今回プロジェクトの中でも、再エネ熱の活用だけでなく、ヒートポンプの上手な使い方等も随分と出てきており、興味を持って聞かせていただいたところでした。こうした技術を通じ、再エネ利用とヒートポンプのセットでよい技術がもっと開発されていくことに期待いたします。それから、先ほども少し話があったように、注意いただきたい点として冷媒の問題があります。近々でいけば、5年後の2029年には非常に冷媒が大きく転換する可能性があります。可燃性や毒性があるような冷媒へと転換せざるをえません。正直申し上げれば、フロンは非常によい冷媒だったわけですが、GWP の問題からフロンが使えなくなるとなれば、もう残されたのはそういう冷媒しかないというのがいよいよ現実味を帯びてきており、今後この技術普及促進において環境制約になる可能性があります。もし次のプロジェクトに進むようなことになれば、その点はぜひ留意いただきたいところです。2036 年にもなれば、「冷媒転換の最後の時期」と言われているように、本当に大きな転換になります。その2036 年まで見ても、10 年少々しかありませんから、そうした点は踏まえて技術開発をお願いできればと思います。最後になりますが、大事なポイントは当然コストに最初はなるとは思いますが、システム全体としてどれだけ性能が上がるかが非常に大事であります。イニシャル、ランニングコスト含め、消費者の皆様は、やはり経済的な側面でメリットを出さないとどうしても購入していただけません。ですから、システムは複雑になっていくものの、なるべく使うユーザーの皆様にとって分かりやすい数字として性能を提示していくことも非常に重要なところだと思います。繰返しになりますが、いずれにしろ熱の有効利用がカーボンニュートラルのキーになっていきますから、再生可能エネルギー熱が広まっていくことを願うとともに、共通基盤技術がうまく活用され、アウトカムが達成されるよう技術展開されていくことを望んでおります。

【宮代専門調査員】 委員の皆様どうもありがとうございました。続きまして、推進部より一言お願いいたします。

【山田部長】 推進部代表をし、私、部長の山田より挨拶いたします。本日は、長時間にわたりまして評価にかかる御審議をいただきまして誠にありがとうございます。再生可能エネルギー熱については、「なかなか」と分科会長からも話があったように、歴史を振り返ってみればサンシャイン計画から今年で 50

年になりますが、半世紀にわたって取り組まれている分野でありながらも、「なかなか（普及に至らない）」という状況です。我々が引き続き努力を続けていかなければならないと自覚しております。そういう意味で、今日は大変示唆に富む意見を多々頂戴したことに感謝申し上げます。事業化に向けた話、アウトカムに関する質問等、講評を含め様々ないただきましたが、実施者の方々とのコミュニケーションはより一層密にしていきたいと思いますし、「事業終了が縁の切れ目」とならないようにフォローアップをしたいと思います。また何かの機会がございましたら応援していただければと存じます。また、データは設計サイドで有用だという話など励みになる示唆もございました。早速、具体化の方法などを検討していきたいと思います。冒頭の公開セッションで予算規模に関する指摘がございました。規模については政策当局とも相談をしながら検討することになりますが、今日何度か話題になりましたように、熱利用技術の開発は本事業だけではございません。他の事業、NEDOのほかの部で取り組んでいるものもあります。そういったところと連携することでシナジーを発揮し、インプットを膨らませるだけではなく、アウトカムを膨らませる努力を進めてまいりたいと思います。この点につきましては、先ほどのヒートポンプの話、冷媒の話などでも感じたところです。また、変動電源の調整機能にも使えるのではないかという話もありましたが、これは実際にマンションで実用化している例もあります。このあたりは、私どもの部の中で他の事業と連携することで見えてくるものでもございますので、ぜひNEDO内でもそのシナジーを追求してまいりたいと思います。それから、評価の場とはいえ、本日頂戴した指摘、質問等から得た示唆というのは非常に参考になるものが多くありました。ぜひ次の事業マネジメントに反映させるよう努めてまいりたいと存じます。最後にコストの件ですが、他の再エネでもコストはずっと重要な論点になっております。ただ、「普及につながる一線を超えた後は、コストだけではない」という話が必ず出てまいります。順番としてはクリアしなければいけないコスト指標というのはあるのですが、そのコスト指標が絶対評価なのか相対評価なのか、相対評価が前と比べてなのか、他と比べてなのか、これはどの分野でも悩んでいるところです。この点も、本日の見解を踏まえながら、次のマネジメントに生かせればと思うところです。いろいろ思いもあって長くなってしまい恐縮でございますが、以上になります。

【齋藤分科会長】 ありがとうございました。それでは、以上で議題8を終了いたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における技術評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5-1	プロジェクトの説明資料（公開）
資料 5-2	プロジェクトの詳細説明資料（公開）
資料 6	プロジェクトの補足説明（非公開）
資料 7	事業原簿（公開）
資料 8	評価スケジュール

以上

「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」（終了時評価）分科会

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

質問・回答票（公開）

NO	資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可 /非公開
1	資料7 (P2-13, P4-17, P4-27, P4-52)	特許出願の無いテーマのチームに質問します。 本開発においては、多くの技術成果が得られたと推察します。 世界トップレベルの技術開発を目指す本NEDO開発においては、特許出願が4件であり(P4-13)、テーマ数(全8テーマ)に対し特許の出願が少ないと思います。 特許出願が少ない理由は、事業終了後に特許されるのでしょうか、それとも、出願に慎重なのでしょうか、特許に値する技術成果が得られなかったのでしょうか、あるいは、NEDOの特許制度に問題があるのでしょうか、その理由をお聞かせ下さい。 参考:特許出願のあったテーマ、 「1).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」が1件(P4-17)、 「1).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」が1件(P4-27)、 「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」が2件(P4-52)	齋藤	本テーマは高度化・低コスト化のための共通基盤技術開発の1テーマとして実施したものであり、装置開発等は行っておらず設計ツールの開発や設計指針の作成を行いました。これらはハードウェアではなくソフトとしての成果であり、学会発表や論文発表にはよいものの、特許には結び付きにくいと考えました次第です。 特許性のある手法や技術もありましたが、それを広く利用する環境ではないため、特許出願することに慎重になっています。 特許に関してですが、H型PC杭を利用した地中熱交換器に関する内容について1件出願する予定となっています。現在、事業者間で調整を行っているところで、準備が完了次第出願を行います。	公開可
2	資料7 (P4-38)	4.1.3 ZEB 化に最適な高効率帯水層蓄熱を活用したトータル熱供給システムの研究開発(P4-30) ・事業化に向けた課題と今後の方針(P4-38) 「高効率帯水層蓄熱を活用したトータル熱供給システム専用ヒートポンプの価格については、…今後ZEB普及に合わせて本システムの導入数が増大してくれば、徐々に価格を下げる事が可能になると考えている」と記載されています。 ZEB導入による出荷台数の増加は、本事業の2030年見通しの「トータルコスト30%以上低減」を越える成果が期待できるのでしょうか。	齋藤	ヒートポンプの価格は、出荷台数が増加すればコスト削減が期待できるものと考えている。目標値としては「トータルコスト30%以上低減」であるため、ヒートポンプだけでなく、井戸を含めた熱源施設、二次側の放熱装置など、要素毎にコスト削減を進め、ランニングコストも当然削減できるように取り組む必要があると考えている。	公開可
3	資料7 (P4-52)	4.2.1 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(P4-49) 表4.2.1-3 成果の最終目標と達成度(P4-52) 「②低コスト・高効率ユニット型SSHP システムの開発」において、「2019 年度に完成した小型実証機機でシステム実験を行うとともに、2020年度に大府実証機を製作、工場試験を実施。」と記載されています。 また、「③実建物における運転性能の実態検証」において、「2021 年度8 月に完成した豊田自動織機大府工場での実証装置の運転データを取得し、2022年度の運転性能評価を実施。」と記載されています。 これらの成果は、本事業の目標値である「トータルコスト20%以上削減」を達成したことを示しているのでしょうか。	齋藤	本事業では、トータルコストは、イニシャルコストとランニングコスト(14年分)を合計したものと定義されています。比較対象とした水熱源ヒートポンプシステムに対し、イニシャルコストは増加しますが、ランニングコストを削減でき、トータルコストが低減できます。これまで積み重ねてきた、2019年の小型実証機によるシステム実験、2021年から実施した大府実証装置での運転性能評価による、システムCOP向上効果を定量化を行い、これをもとにランニングコストの低減効果を把握しました。この結果、本事業の目標値である「トータルコスト20%以上削減」を達成した、と考えています。	公開可
4	資料7 (P4-77, 78)	4.3.1 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(P4-63) ・開発項目毎の実用化に向けての見通し及び取り組みについて(P4-77) ①見かけ熱伝導率の推定手法(P4-77) 「全国見かけ熱伝導率データベース(テスト版)は、…無償公開を予定する」等、計画が記載されています。(P4-78) 地中熱利用システムの普及のためには、本システムの利用拡大が必要と思われます。今後の実用化について、もう少し具体的な計画をご教授下さい。	齋藤	全国見かけ熱伝導率データベース(テスト版)は、今後整備する予定です。テスト版はウェブサイト上での公開を想定しています。利用拡大や実用化を見据えると、実務レベルで利用されている先行ツールに統合いただくことが肝要との認識です(具体的には、環境省REPOSなど)。情報公開に向けて、関係省庁・部局との調整も視野に入れています。	公開可
16	資料5-2 p21の成果の普及 方針について	高効率帯水層蓄熱を活用したトータル熱供給システムの今後の普及拡大を期待しています。地下水利用については地域によって規制も存在すると聞いておりますが、重点5地域(津軽平野、秋田平野、仙台平野、山形盆地、郡山盆地)での普及にあたって、規制上の課題の有無を教えてください。	高橋	仙台平野の一部には地下水規制で導入が難しい地域がある。山形盆地でも地下水規制はあるが、一定規模以内であれば導入が可能。その他の3地域では地下水規制がないことを確認している。	公開可
17	資料5-2 p29の省エネ効果 について	通常の温熱管・冷熱管による熱供給と比較して熱源ループを使用することによる省エネメリットは、どのようなものになりますでしょうか。中間期などで温熱・冷熱の熱融通ができること、太陽熱や地中熱などの常温に近い再エネ熱が利用しやすくなることと理解すればよいでしょうか。どちらの効果が大きいかを含めて、教えていただけたら幸いです。	高橋	熱源ループ温度は、10～35℃の中温帯で、この範囲であれば行き運転となるため、熱源機器に負担をかけず高効率で運転できます。実績では、夏季冷房時の熱源融通(排熱改修)よりも、太陽熱や地中熱などの常温に近い再エネ熱利用による省エネ効果の方が大きい結果となっています。	公開可
18	資料5-2 p29の成果の普及 について	今後の普及に向けて、SSHPシステムに適した熱需要先の条件や特徴(冷熱・温熱のバランス、気候条件など)があれば教えてください。	高橋	工場施設(食堂など)、病院、老健施設など熱需要の大きい建物に適しています。一般事務所ビルの場合、一般的に冷房負荷が卓越し給湯などの加熱負荷が小さいので、熱融通(冷房排熱回収)による効果が低減される可能性があります。	公開可

NO	資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可 /非公開
19	資料5-1 29ページ	2024年3月時点でトータルコスト20%低減の目標が達成されていますが、同時に投資回収年数14年以下でも達成されているという理解でよろしいでしょうか。また、この場合のトータルコストはイニシャルコストと14年間のランニングコストの合計という理解でよろしいでしょうか。	田中	「トータルコスト20%削減」と「投資回収年数14年以下」は同義で、両方達成しているのご認識のとおりです(資料5-1・27ページの最終目標)。また、トータルコストは、イニシャルコストとランニングコスト(14年間)の合計となります(資料5-1・45ページの成果一覧表のコスト面)。	公開可
20	資料5-1 30ページ	副次的成果として、発展途上国を中心とした海外への導入を挙げられていますが、具体的にどのような成果が出たのでしょうか。	田中	副次的効果については、今後の可能性も含め列挙しており、具体的な成果に至っていないものもございます。海外への導入については、本事業の直接の成果ではございませんが、地中熱、熱交換器の関連として、以下の調査事業の採択につながった事例がございます。 2023年度「二国間クレジット制度(JCM)等を活用した低炭素技術普及促進事業/低炭素技術による市場創出促進事業(実証前調査)」 未利用エネルギー有効活用のための全樹脂製熱交換器G-HEXを利用した廃水熱回収技術および地中熱利用技術導入温室効果ガス削減実証事業(ベトナム)	公開可
21	資料7 4-4ページ 成果の概要	掘削機の開発および掘削機周辺機器の開発により一施工が可能となり、17.1%のコストダウンとされていますが、従来の施工は何人体制の想定でしょうか。また、工期への影響は評価されていますでしょうか。	田中	従来の体制は、2人体制になります。工期への影響は、掘削工事については従来体制と同じ二人体制ですが、地中熱交換器挿入に関しては従来体制より期間が短縮されますが、砂砂による埋め戻しについては従来作業より期間が長くなっています。これは、挿入機の開発で挿入時間が短くなったが、埋め戻しについては人の手で砂砂を設置するので時間がかるためです。	公開可
22	資料7 4-16ページ	従来技術と研究開発技術と比較した図において、地中熱交換器の本数が大きく異なりますが、加熱と冷却のバランス以外の要因はないのでしょうか。	田中	他の要因として、掘削機および掘削機周辺機器の開発による掘削コストの削減、同軸型地中熱交換器の開発成果、実証試験により同じ地中熱交換器群が空調、給湯に使えることが分かったため等ありますが、大きい要因として加熱と冷却のバランスになります。	公開可
23	資料7 4-19ページ 事業化の見通し	高齢者住宅をターゲットにされていますが、給湯需要がある施設としては宿泊施設や病院なども考えられるかと思えます。高齢者施設をターゲットにされた理由は何でしょうか。	田中	人口の高齢化を考慮すると今後増加が見込める省エネ型空調方式と使用人数による安定的に定量的給湯負荷がある施設として老人保健施設を一つのターゲットとした。安定的一定量の給湯負荷と空調負荷があれば宿泊施設や病院もターゲットとして考えられ、人が多く集まるような冷房負荷が過剰なショッピングモールのフードコートなどもターゲットとして考慮できる。 ただし、老人福祉施設は宿泊施設と比較して空調時間が24時間と想定され、また同規模の病院よりも給湯需要が多いと想定されていた。地中熱の導入施設としては、長期間の利用が望ましいと考えられたので、高齢者施設をターゲットとした。	公開可
24	資料7 4-26ページ	地中熱交換器の構造として銅管+銅管とされていますが、耐用年数はどの程度を見込まれているのでしょうか。	田中	銅は他の有用金属、例えば、鉄やアルミニウムや亜鉛などと比べてはるかに安定な金属であり、種々の環境下でも腐食を起こしにくいものです。これは表面に酸化膜などを形成して、不動態化するためです。 したがって、銅の耐食性は実用材料中では最良の部類に入ります。本システムは地中埋設銅管杭に設置しており同環境化の銅管杭と同程度の耐用年数として設計いたしました最低50年と考え、日本の建物寿命と合わせ見込んでおります	公開可
25	資料7 4-27ページ 表4.1.2-3 ①地中熱ヒートポンプの開発	備品供給等orOEMの目途をつけることで目標達成が可能とのことですが、今後の見通しはいかがでしょうか。	田中	大手ヒートポンプメーカーの市販品を媒体とした製品構成を行うことで、安定供給が図れたが、今後は国策とした地中熱利用が促進され、需要が補助金などの後押しがあれば、可能性がある設備になる」と考えます。	公開可
26	資料7 4-30ページ 研究開発の概要 4-37ページ 表4.1.3-3	2018年度までの事業においてイニシャルコスト21%、ランニングコスト31%の削減を実現されています。本事業でも現時点の一般的なコストに対してイニシャルコスト21%、ランニングコスト55%の低減を達成されていますが、先行事業の削減効果に上乗せて削減できたという理解でよろしいでしょうか。	田中	前回事業での削減率は、それ以前に取り組んでいた環境省事業での結果からの削減率である。本事業での比較は、システムに対応する熱需要に給湯と融雪を加えて高効率化を図った結果であり、全部ではないが上乗せてコスト削減できたということである。	公開可
27	資料7 4-31ページ 研究開発の概要	積雪寒冷地を中心に普及を図るとされていますが、積雪寒冷地を想定された理由は何でしょうか。	田中	本事業での開発システムは空調施設と融雪施設を併せた形で高効率化を目指したものであり、融雪施設が必要な積雪寒冷地を普及の対象としている。	公開可
30	資料7 4-68ページ 成果の概要	モデル地域として京都盆地、唐津地域、沖縄本島を選定されていますが、この3地域を選定された理由は何でしょうか。	田中	既往NEDO事業で開発したポテンシャル評価技術で、地域の数値モデリング技術を確立しています。本事業では、既往モデリング技術の改良も念頭に置き、水文地質環境(地形・地質・地下水環境)の異なる3地域(京都盆地、唐津地域、沖縄本島)をモデル地域として選定しました。 京都盆地は、東北～中部日本に分布する比較的規模の大きな平野・盆地の代表例として、かつ既往モデリング技術を適用可能なモデル地域として選定しました。唐津地域は、西南日本の平野・盆地に特徴的な、集水域が小さくかつ帯水層も薄い小規模な平地における水文地質モデルの構築手法を確立するためのモデル地域として選定しました。沖縄本島は、塩水侵入現象により地下水(淡水)がレンズ状に賦存する淡水レンズ現象がみられるなどの、島嶼や半島の特性を踏まえた解析手法を開発するためのモデル地域として選定しました。	公開可
31	資料7 4-78ページ ②簡易熱応答試験(TRT)法	開発された装置の製品化に際して、販売価格は想定されているのでしょうか。	田中	従来のTRT実験機に付加する周期加熱電源供給装置も開発しております、その価格は約80万円(20kW加熱の場合)となりますが、6kW加熱量の場合は40万円となります。一体型のものであれば、20kW加熱の場合は400万円程度であり、6kW加熱量の場合は200万円程度となります。	公開可
32	資料7 4-84ページ ③地下水還元可能量予測手法の研究開発	他の要素が水位上昇に影響を与えるとされていますが、具体的にどのような要素でしょうか。	田中	現時点では明確に分かっているわけではありませんが、地下水中の微生物種とその量が水位上昇に影響を与えている可能性を現時点では考えています。	公開可

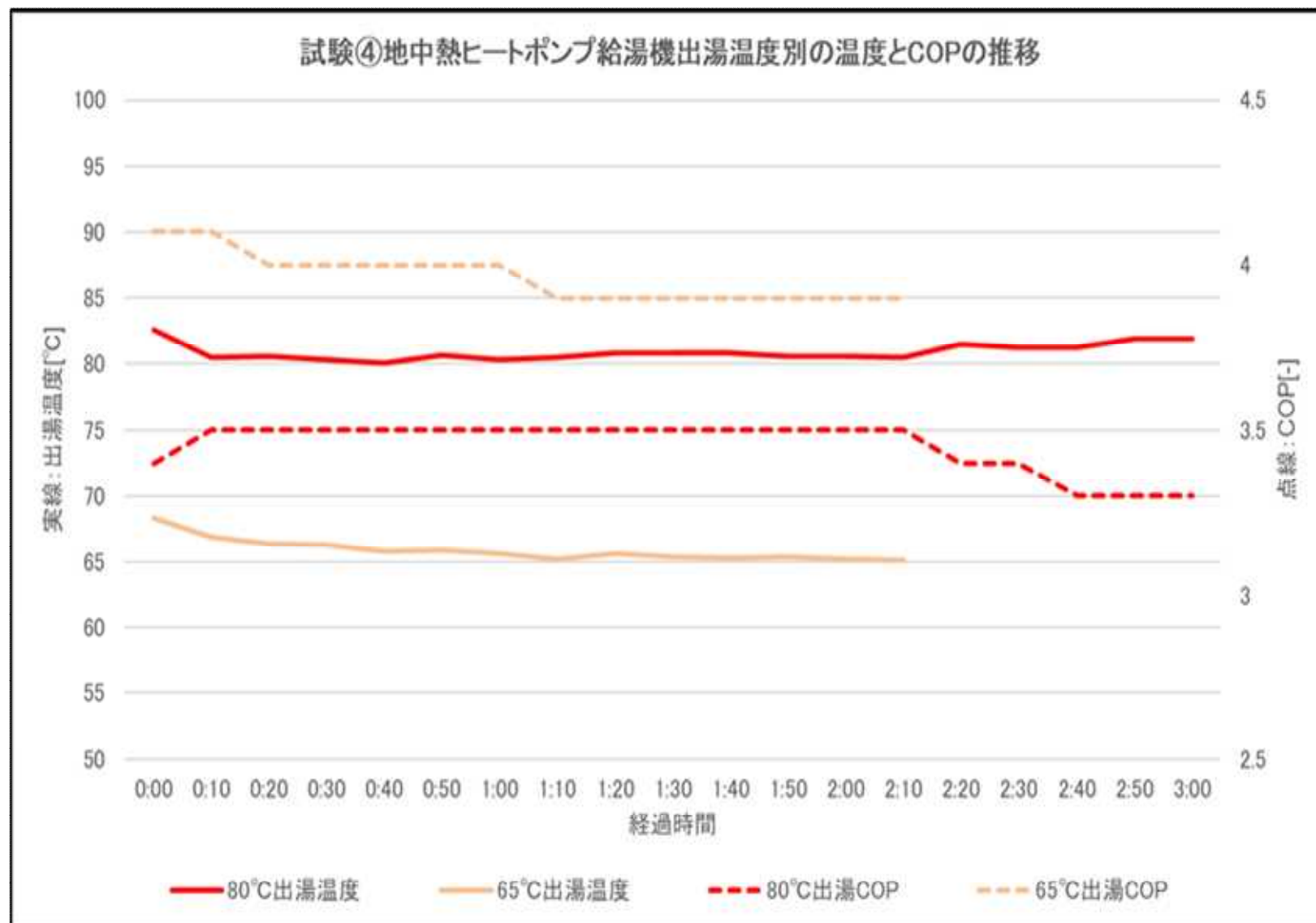
NO	資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可 /非公開
33	資料5-1 2ページ	「2023年までに、トータルコスト20%以上低減(投資回収年数14年以下)」や 「2030年同30%以上低減(投資回収年数8年以下)」 との記述において、 ①トータルコストの定義について以下も含めて教えてください。 ・イニシャルコストとランニングコストを含むものか。 ・社会的環境変化(人件費、資材費、燃料費などの変動)についての考慮の有無。	濱元	トータルコストは、イニシャルコストとランニングコスト(14年間)の合計となります(資料5-1・45ページの成果一覧表のコス面)。 社会的環境変化については、ご指摘の昨今の国際情勢や国内人材不足などによる物価高騰については、必ずしも最新の情報が考慮されてはおりません。	公開可
34	資料5-1 2ページ	②本研究プロジェクトでトータルコスト低減を目標として掲げたエネルギーシステムは何でしょうか? 太陽熱システム、地中熱システム(Uチューブによるクローズド式、直膨式、オープン式)、...? たとえば、地中熱オープンループ式については本研究の対象としていますが、20%トータルコストを低減したというような記述はないようです。	濱元	今回実証として採択したテーマは、大きく分類して、地中熱を主体としたもの4件と、その他の熱源を主体とした2件(太陽熱主体1件と温泉熱主体1件)となります。具体的には、以下のテーマとなります(資料5-2・6, 7ページ)。 地中熱主体(①Uチューブクローズドループ(CL)による給湯・空調、②直膨式(CL)による空調、③帯水層蓄熱オープンループ(OL)による給湯・空調・融雪、④寒冷地基礎杭兼用等(CL)による空調) その他(①太陽熱+地中熱(CL)熱源水ループによる給湯・空調、②温泉熱を活用した熱源水ネットワークシステム)	公開可
35	資料5-1 2ページ	③投資回収年数の算出には、ランニングコスト(燃料費(又は電気料金))にも依存していると思われますが、投資回収年数14年以下という設定は、燃料費(電気料金)の変動も考慮はしたものでしょうか?	濱元	前述のとおり、ランニングコストについては、テーマ毎に将来仮定は設定しておりますが、最新の変動状況まで考慮したものではありません。	公開可
36	資料5-1 23ページ	「トータルコスト20%以上削減を達成」とありますが、個別のテーマの低減効果については具体的な数値(例えば、資料5-2, 11ページ, 16ページ, 24ページ)が挙げられており、大きな成果があったことはよく理解できましたが、個々の技術の低減効果をどのような手法で「トータルコスト20%以上を達成」と結論付けたのか評価方法を教えてください。 (本プロジェクトでは、各エネルギーシステムの全ての技術を網羅しコスト低減技術を開発したわけではないように思います。例えば、地中熱システム(クローズド式)におけるUチューブの素材開発を行っていないのであれば、Uチューブの材料費は低減しないと思われます)	濱元	各テーマにおいて適切な比較対象となる技術のベースラインと一定の将来予測を仮定し、それぞれのシステムにおいて目標の達成目標を設定しております。具体的な事例として、基礎杭兼用地中熱交換器の導入による施工コスト削減効果を構成要素に分解して試算を行い(資料5-2・25ページ右図)、トータルコスト削減目標の達成を検証しています。	公開可
37	資料5-2 38ページ	「推定誤差0.5W/(m・K)以内を確認」とありますが、今後さらに精度を向上させることができるとすれば具体的にどのような部分がポイントになりますか?	濱元	推定精度の更なる向上を目指すには、地層の種類ごとに実施した熱応答試験データの充実が不可欠です。また、例えば同じ花崗岩に分類される岩石でも、地域によって熱伝導率の値に差異が生じることを本事業を通じて確認しました。したがって、同じ地層の種類でも地域ごとの熱応答試験データを取得する必要があります。このような大量の試験データ集積は現実的ではありません(極めて困難)。今後、継続的に試験データを収集し、ある程度データがまとまったところで本成果の見直しを図る(精度向上に努める)ことが重要と考えています。	公開可
38	資料5-2 39ページ	「地形AI全国モデルの改良と全国への適用、日本全国の地下水環境の概略推計実施中」とありますが、実施完了時期および社会実装(情報発信等)の予定について教えてください。	濱元	日本全国の地下水環境の概略推計については本事業内で完了しており、資料の「実施中」は誤記載です。大変失礼いたしました。推計値の検証は主要地域で実施済ですが、日本全国を対象に整備したため細部まで検証が行き届いておりません。引き続き検証を含めた諸検討をすすめて、公開準備ができ次第、webサイト等で情報発信したいと考えています。なお、本成果については学会発表等で発信予定であり、利用を希望する企業に対しては対象地域を切り出してデータ提供(検証作業も先行して実施)することも想定しています。	公開可
39	資料5-2 45ページ	「新たに得られたデータを用いて各手法の高精度化」とありますが、今後の高精度化のためには、具体的にどのようなデータが必要でしょうか?	濱元	②地下水揚水可能量予測手法の研究開発のうち、1) 広域的な透水係数推定手法の研究開発では複数の孔井を用いる揚水試験結果、2) 地盤調査ボーリング孔を利用した透水係数推定手法の研究開発では揚水試験結果と他の手法による試験結果の組み合わせ、 ③地下水還元可能量予測手法の研究開発では揚水井の詳細モニタリングデータが必要で、 これらのデータは今回の研究開発の一環として収集しましたが、まだ事例数としては少ないのが実情です。今後、事例数の増加に伴ってさらなる高精度化につながる事が期待されます。	公開可
43	資料7 4-14 1行目	NEW HASPを用いてシミュレーションしたとのことであるが、外気導入の有無、全熱交換器の有無及び効率などのシミュレーション条件や給湯負荷条件(使用量(使用原単位)及び使用スケジュールなどを)を整理して示していただけると、今後同様のシミュレーションを行う場合の一助となると思います。	安田	外気導入については、部屋の内外圧力差に関係なく窓やドアから一定量で換気されるとし、隙間風換気回数を0.1回/hとして計算した。また、強制換気として全熱交換器は1.875m ³ /m ² hの外気導入量とし、全熱交換効率は50%として計算した。冷暖房の条件は、年間を通して24時間連続稼働で室内の温度が年間を通して22℃～26℃とした。 給湯条件の給湯原単位と給湯負荷パターンをグラフ(別添No43)に示す。	公開可
44	資料7 4-15 11行目	④地中熱ヒートポンプ給湯器の出湯温度を変更した試験は大変有益であると思われる、省エネ性能や出湯安定性などの試験結果比較を明示してもらえるとよいと思います。	安田	試験室における出湯温度による加熱能力とCOPはp.4-8の試験結果に表示しており、モニター試験での地中熱ヒートポンプ給湯機の出湯温度を80℃と65℃に設定した場合の出湯温度とCOPの推移をグラフ(別添No.44)に示す。 地中熱ヒートポンプ給湯機の出湯温度を80℃から65℃に変更すると、COPは約15%向上する結果となった。しかし、出湯温度の低下は貯湯熱量の低下につながる。貯湯槽(3,000L)に対して、給水温度(17℃)を沸き上げる場合、出湯温度80℃と比較して65℃では貯湯熱量が24%減少する。80℃出湯と同量の熱量を貯湯する場合、3,000L×1.24=3,720Lで約4,000Lの貯湯槽が必要となりイニシャルコスト増加や設置面積増加につながる。 ※65℃と80℃出湯試験中に各COPの低下が見られるのは、「地中熱側井戸水温度低下→採熱量減少→出湯温度低下→出湯流量減少→加熱能力低下→COP低下」によるものと考えられる。	公開可
45	資料7 4-15 15行目	地下温度の推移等について、実証試験を継続していくとのことであるが、とりあえず今回の地中温度推移を示してもらえると参考になると思います。	安田	実証試験中の地下温度について、図(別添No.45-1～3)に示す。地下温度は、地中熱交換器(Uチューブと一緒に設置した温度計で計測した値を示している。一部、データ欠損も見られるが、実験の状況に併せて、温度は推移している。	公開可
46	資料7 4-27 表4.1.2-3	②地中熱交換器の小口径化は、本開発事業におけるコストダウンの要と思われるが、普及を促進するためには、小口径であっても熱性能的に支障がないことを示す必要があると思います。マニュアル作成(または設計コード開発)でそのあたりは整理できているのでしょうか。	安田	適切な離隔距離を取り適した環境化においては支障がなく熱交換は可能なのが実証されました。 ただし、長年の地下水の変動や地下水位が深い土地など今後の検討項目が多く残されていると認識しております	公開可
47	資料7 4-38 25行目	事業化に向けた課題について、今後普及が見込まれる施設の熱需要(冷暖房・給湯・融雪)バランスとそれに合わせた最適なシステム構築が肝要と思われますが、建主や設計者に対して今後どのような活動をイメージしていますでしょうか(例えば、帯水層蓄熱の高効率利用の成果物と合わせて設計マニュアル化する等)。	安田	現在、本事業の成果を基にした、設計者・導入検討者に向けた導入マニュアル、Q&Aを作成している。	公開可

NO	資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可 /非公開
48	資料7 4-46 26行目	CO2冷媒地中熱ヒートポンプ給湯機は2022年度の製品化を目指すところだが、既に製品化はされているのでしょうか。機器選定マニュアル等も出来上がっているのか、それとも本件の二次側運用技術開発と合わせて整備されるのでしょうか。	安田	CO2冷媒地中熱ヒートポンプ給湯機の製品化については長府製作所様に状況を確認しましたが、以下の2点から、商品化が難しい状況であると話を伺っています。 ・夏場の優位性が無く、導入時のコストの回収が難しい ・コンソーシアム内事業者(棟晶)からのある程度の数量の導入が見込めなくなった	公開可
49	資料7 4-53 21行目	事業化に向けては、まずは給湯負荷が大きい施設がターゲットになると思われるが、個々の施設にフィットさせるシステムとして貯湯槽と組み合わせることが考えられます。そうしたシステムの検証や最適運転制御アルゴリズムの検証なども既に行っていますでしょうか(ケースに合わせてLCEMの改良等を行えばよい?)。	安田	現状、太陽熱はSSHPの熱源及び熱源水直接加熱に使用しておりますが、ご指摘のように給湯利用にも拡大する場合、貯湯槽との組み合わせが考えられます。今後、システムシミュレーションなどで効果検証や最適運転制御アルゴリズムの構築を図っていきたいと思います。	公開可
51	資料7 4-78 21行目	全国見かけ熱伝導率データベースを広く普及させることは大変有用だと思います。そのデータベースの情報更新の手段として、建設事業等で実施された地質調査データの活用を挙げておりますが、これらを収集する仕組み(フォーマットの作成や学協会の活用等)についてお考えがありますでしょうか。	安田	地質調査業界との意見交換や情報交換を通じデータの収集について検討したいと考えています。具体的には、全国地質調査業協会連合会、産業技術連携推進会議などを協議の場として活用したいです。	公開可
52	資料7 4-87 8行目	オープンループ式地中熱利用システムの設計ツール・設計指針を2024年度中に無償公開されるということであり、素晴らしい成果だと思います。それらを使用して設計実現された施設の実測や効果のデータベース(ZEBデータベースのような)を作成及び公開するような構想はお持ちでしょうか。	安田	設計ツールに関しては、公開の際に利用者の居住地域・職業・利用目的に関する情報を利用者に入力させることによって今後の改良に活かす方針としておりますが、利用者の使用状況や結果までを必ずしもトレースできるようにはなっておりません。よって、本ツールを用いて設計された施設の実測結果や効果のデータベース化をすべてを網羅するような形で行うことは困難です。一方で、本ツールの利用者に対して、利用に伴う成果の報告を任意とはなりますが依頼することによって、ある程度は利用状況の把握が可能になると考えております。この点は本設計指針においても同様な取り扱いとする予定です。	公開可

別添No.43

給湯負荷計算書																																																																																																																							
						2020 年 8 月 27 日		昭和興工株式会社																																																																																																															
施設概要 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>施設名</td> <td colspan="2">(仮称)老人福祉施設 2 階</td> </tr> <tr> <td>業 種</td> <td colspan="2">老健、医療施設</td> </tr> <tr> <td>給湯循環</td> <td colspan="2">(循環有り)</td> </tr> <tr> <td>所在地</td> <td>佐賀県</td> <td>市</td> </tr> <tr> <td>給湯時間</td> <td colspan="2">～ (定休日あり)</td> </tr> <tr> <td>給湯用途</td> <td colspan="2">(入浴、風呂、工業用など)</td> </tr> <tr> <td>給湯圧力</td> <td colspan="2">MPa</td> </tr> <tr> <td>現在の燃料</td> <td>LPG</td> <td>現在の燃料単価</td> </tr> <tr> <td>水 源</td> <td>上水道・井水・その他()</td> <td>℃</td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> 【計算条件】 算 出 方 法 設備機器より 「昭和基準単位給湯量」を参考に入力下さい <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>数量</th> <th>給水温度 5 ℃</th> <th>給湯温度 50 ℃</th> <th>湯上設定温度 90 ℃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>個人洗面器</td> <td>100</td> <td>5 ℓ/日</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>一般洗面器</td> <td></td> <td>ℓ/日</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>洋風浴槽</td> <td></td> <td>100 ℓ/回</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>シャワー</td> <td>100</td> <td>100 ℓ/人</td> <td>0.3</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>配膳脱し</td> <td></td> <td>10 ℓ/食</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>洗車脱し</td> <td></td> <td>ℓ/回</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>公衆浴場</td> <td></td> <td>ℓ/人</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>機械浴(座浴)</td> <td></td> <td>ℓ/人</td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>機械浴(寝浴)</td> <td>5</td> <td>400 ℓ/人</td> <td>5.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>13,500 ℓ/日</td> </tr> </tbody> </table>										施設名	(仮称)老人福祉施設 2 階		業 種	老健、医療施設		給湯循環	(循環有り)		所在地	佐賀県	市	給湯時間	～ (定休日あり)		給湯用途	(入浴、風呂、工業用など)		給湯圧力	MPa		現在の燃料	LPG	現在の燃料単価	水 源	上水道・井水・その他()	℃	備考			項目	数量	給水温度 5 ℃	給湯温度 50 ℃	湯上設定温度 90 ℃	個人洗面器	100	5 ℓ/日	1.0	60	一般洗面器		ℓ/日	1.0	60	洋風浴槽		100 ℓ/回	1.0	60	シャワー	100	100 ℓ/人	0.3	60	配膳脱し		10 ℓ/食	1.0	60	洗車脱し		ℓ/回	1.0	60	公衆浴場		ℓ/人	1.0	60	機械浴(座浴)		ℓ/人	1.0	60	機械浴(寝浴)	5	400 ℓ/人	5.0	60				1.0	60				1.0	60				1.0	60				1.0	60				1.0	60	合計				13,500 ℓ/日
施設名	(仮称)老人福祉施設 2 階																																																																																																																						
業 種	老健、医療施設																																																																																																																						
給湯循環	(循環有り)																																																																																																																						
所在地	佐賀県	市																																																																																																																					
給湯時間	～ (定休日あり)																																																																																																																						
給湯用途	(入浴、風呂、工業用など)																																																																																																																						
給湯圧力	MPa																																																																																																																						
現在の燃料	LPG	現在の燃料単価																																																																																																																					
水 源	上水道・井水・その他()	℃																																																																																																																					
備考																																																																																																																							
項目	数量	給水温度 5 ℃	給湯温度 50 ℃	湯上設定温度 90 ℃																																																																																																																			
個人洗面器	100	5 ℓ/日	1.0	60																																																																																																																			
一般洗面器		ℓ/日	1.0	60																																																																																																																			
洋風浴槽		100 ℓ/回	1.0	60																																																																																																																			
シャワー	100	100 ℓ/人	0.3	60																																																																																																																			
配膳脱し		10 ℓ/食	1.0	60																																																																																																																			
洗車脱し		ℓ/回	1.0	60																																																																																																																			
公衆浴場		ℓ/人	1.0	60																																																																																																																			
機械浴(座浴)		ℓ/人	1.0	60																																																																																																																			
機械浴(寝浴)	5	400 ℓ/人	5.0	60																																																																																																																			
			1.0	60																																																																																																																			
			1.0	60																																																																																																																			
			1.0	60																																																																																																																			
			1.0	60																																																																																																																			
			1.0	60																																																																																																																			
合計				13,500 ℓ/日																																																																																																																			
給湯量算定 <table style="width: 100%;"> <tr> <td>業 種</td> <td>老健、医療施設 (循環有り)</td> </tr> <tr> <td>給湯使用量</td> <td>13,500 ℓ/日 (60 ℃換算)</td> </tr> <tr> <td>配管放熱量</td> <td>1,350 ℓ/日 (10%)</td> </tr> <tr> <td>機器放熱量</td> <td>675 ℓ/日 (5%)</td> </tr> </table> 合計 日湯り負荷: 15,525 ℓ/日 (60 ℃換算) (993 kWh/日)										業 種	老健、医療施設 (循環有り)	給湯使用量	13,500 ℓ/日 (60 ℃換算)	配管放熱量	1,350 ℓ/日 (10%)	機器放熱量	675 ℓ/日 (5%)																																																																																																						
業 種	老健、医療施設 (循環有り)																																																																																																																						
給湯使用量	13,500 ℓ/日 (60 ℃換算)																																																																																																																						
配管放熱量	1,350 ℓ/日 (10%)																																																																																																																						
機器放熱量	675 ℓ/日 (5%)																																																																																																																						
給湯シミュレーション(1日あたり) 口給湯量(60℃) <table border="1" style="width: 100%; font-size: x-small; text-align: center;"> <caption>給湯シミュレーション(1日あたり) 単位: ℓ</caption> <tr><th>時刻</th><th>22</th><th>23</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th></tr> <tr><td>給湯量(ℓ)</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>217</td><td>279</td><td>357</td><td>1,130</td><td>1,420</td><td>1,537</td><td>1,211</td><td>1,351</td><td>1,450</td><td>1,300</td><td>1,009</td><td>823</td><td>869</td><td>792</td><td>621</td><td>342</td></tr> </table> ピーク負荷: 1,537 ℓ/h (60 ℃換算) (98 kW) ピーク時刻: 11時 平均負荷: 647 ℓ/h (60 ℃換算) (41 kW)										時刻	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	給湯量(ℓ)	100	100	100	100	100	100	100	100	217	279	357	1,130	1,420	1,537	1,211	1,351	1,450	1,300	1,009	823	869	792	621	342																																																												
時刻	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																																																																																															
給湯量(ℓ)	100	100	100	100	100	100	100	100	217	279	357	1,130	1,420	1,537	1,211	1,351	1,450	1,300	1,009	823	869	792	621	342																																																																																															

別添No.44



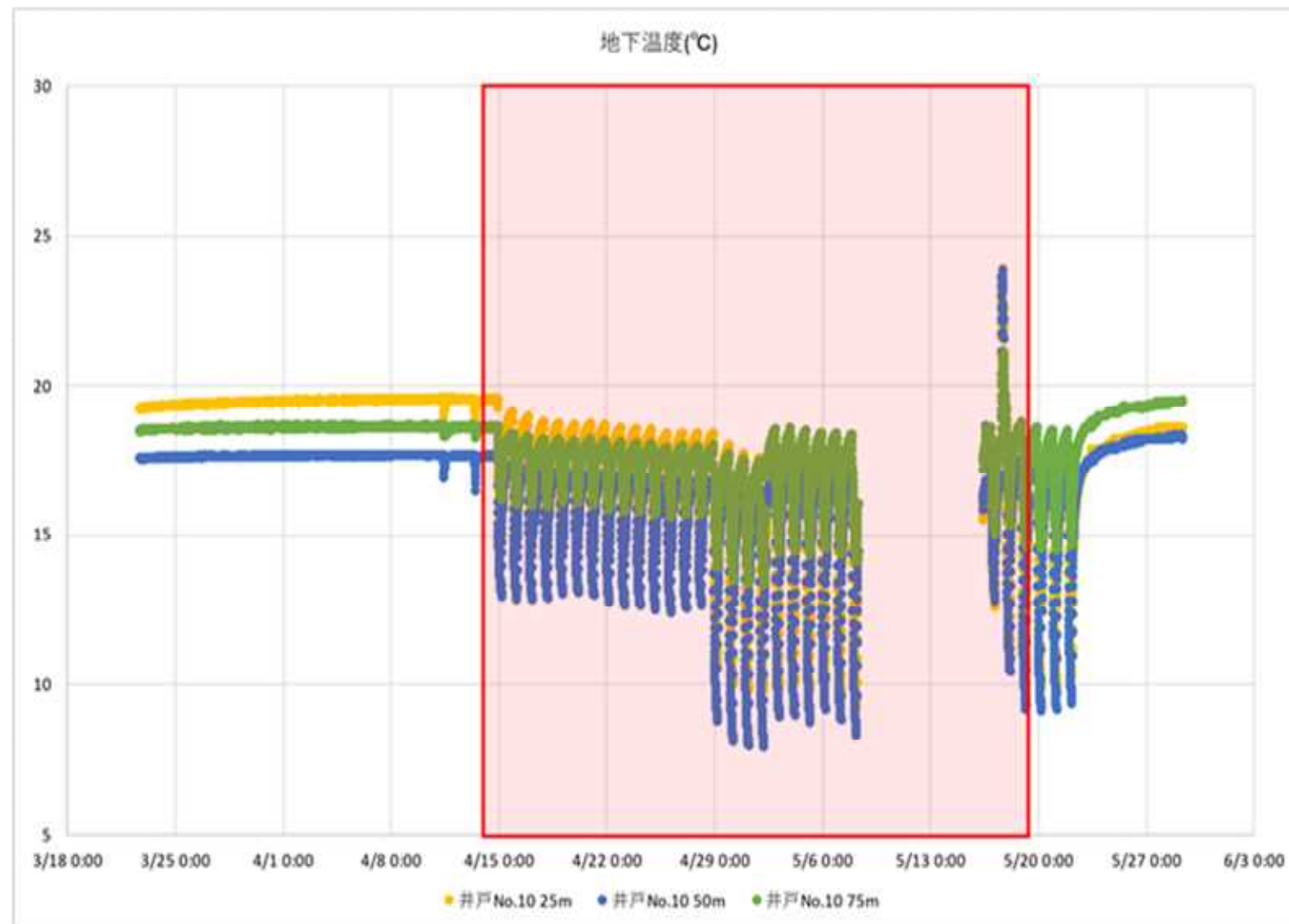


図. 春季試験の地下温度推移(赤枠内は実証試験期間)

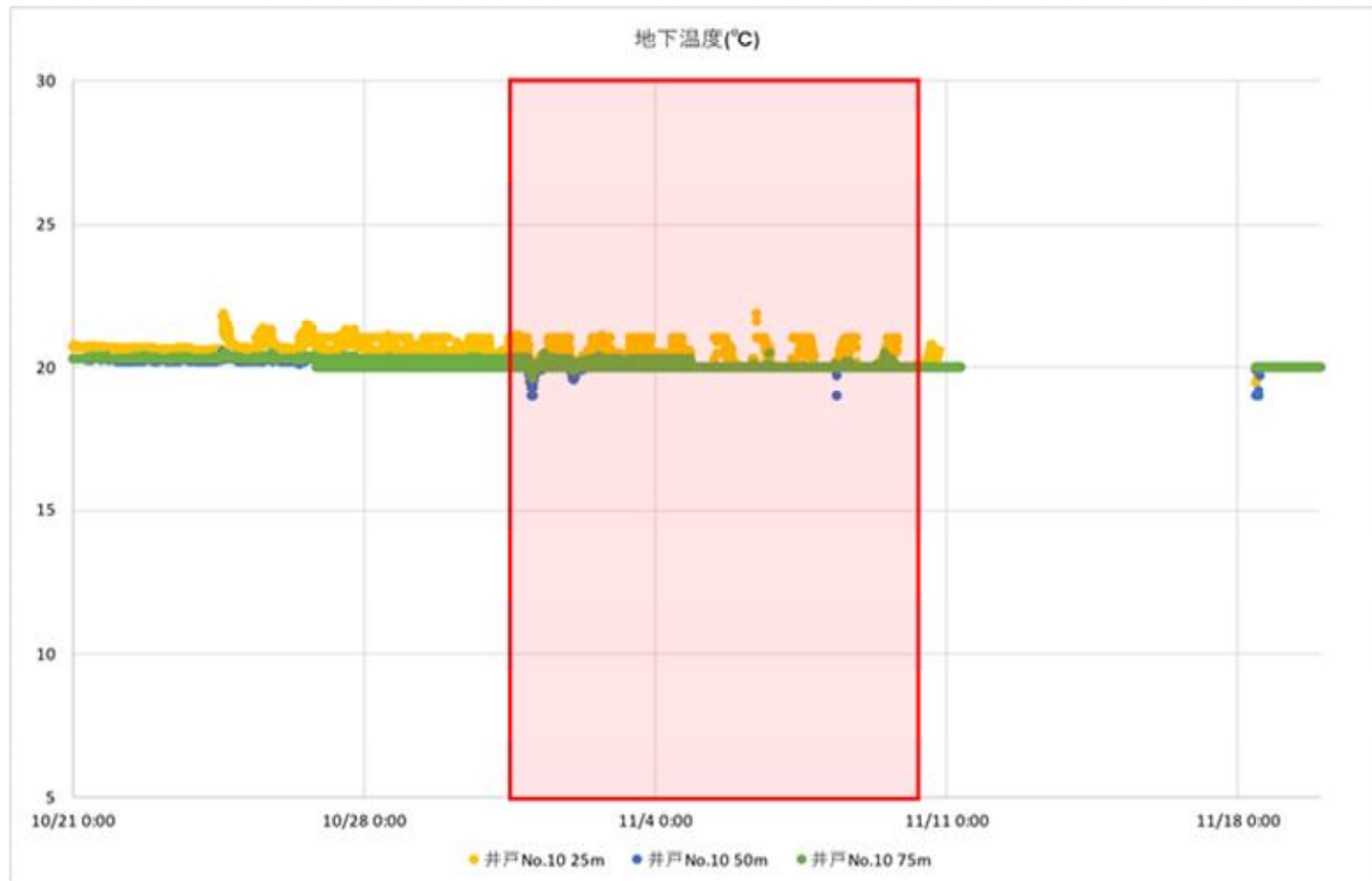


図. 秋季試験の地下温度推移(赤枠内は実証試験期間)

別添No.45-3

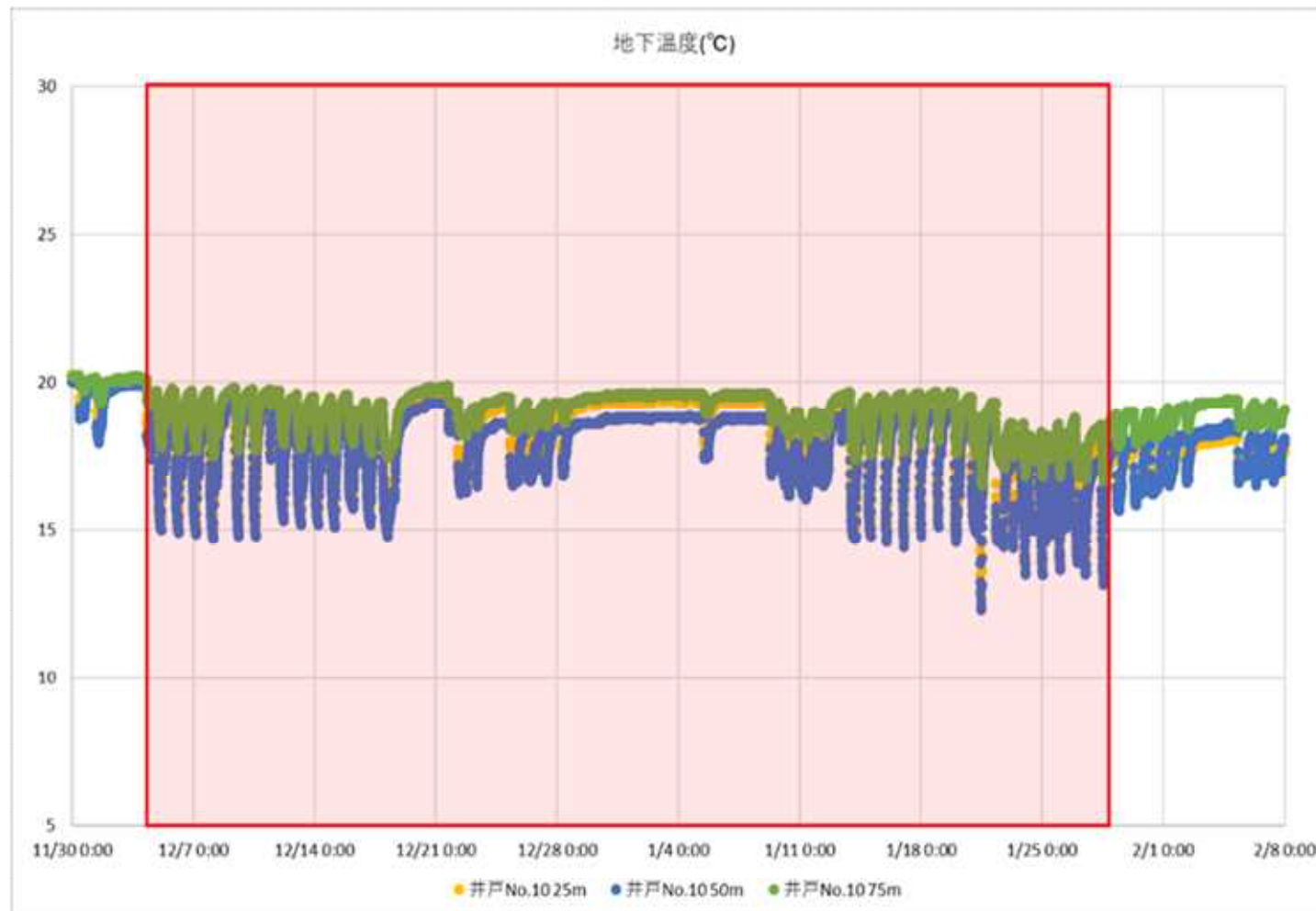


図. 冬季試験(第二回)の地下温度推移(赤枠内は実証試験期間)