

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」(中間評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2021年9月3日(金) 13:00～17:35

場 所：NEDO(川崎) 2301-2302 会議室(オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員> (オンライン出席)

分科会長 齋藤 潔 早稲田大学 基幹理工学部機械科学・航空宇宙学科 教授
分科会長代理 香川 澄 防衛大学校 システム工学群機械システム工学科 教授
委員 田中 いずみ デンマーク王国大使館 エネルギー・環境分野担当 上席商務官
委員 坂東 和郎 株式会社興和 執行役員 水工部長
委員 安田 健一 株式会社三菱地所設計 執行役員 R&D推進部長

<推進部署>

小浦 克之 NEDO 新エネルギー部 部長
月舘 実 NEDO 新エネルギー部 統括主幹
谷口 聡子(PM) NEDO 新エネルギー部 主査
津留崎 一洋 NEDO 新エネルギー部 主査
長谷川真美 NEDO 新エネルギー部 主査 (オンライン出席)
嵯峨山 巧 NEDO 新エネルギー部 主任

<実施者> (オンライン出席)

桂木 聖彦 日本地下水開発株式会社 専務取締役
山谷 睦 日本地下水開発株式会社 取締役営業本部企画開発部 部長
葛 隆生 北海道大学 准教授
塩谷 正樹 鹿島建設株式会社 専任部長
柴 芳郎 ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 代表取締役
長野 克則 北海道大学 教授
内田 洋平 産業技術総合研究所 地中熱チーム長

<オブザーバー> (オンライン出席)

西永 慈郎 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
高谷 慎也 経済産業省産業技術環境局研究開発課 課長補佐
熊野 裕介 NEDO技術戦略研究センター 研究員

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長
佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員
塚越 郁夫 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. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 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
 - a) 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
 - b) 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
 - 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、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（評価事務局、推進部署）
3. 分科会の公開について
評価事務局より事前配布された資料説明及び質疑応答のとおりとし、議事録への公開・非公開部分についての確認を行った。

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事前配布された資料のとおりとした。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

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。

b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

引き続き推進部署より資料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。

5.2 質疑応答

【齋藤分科会長】 どうもありがとうございました。

それでは、事前にやり取りをした質疑応答も踏まえ、ご意見・ご質問等をよろしくお願ひします。委員の皆様いかがでしょうか。

【田中委員】 質問よろしいでしょうか。

【齋藤分科会長】 よろしくお願ひします。

【田中委員】 スライド4 ページの一番下にある「再エネ熱の役割」の部分、その2つ目に「再エネ熱利用の大規模化」と掲げられています。私の印象になりますが、どちらかという、まだ ZEB や ZEH というイメージのほうが多く、面的利用という観点がそう強くないように感じます。これは、現時点では、まずはもう少し小規模利用からというようなイメージなのでしょうか。

【NEDO 新エネ部_谷口 PM】 ありがとうございます。おっしゃるとおり、まだ国内で目に見えてきているのは ZEB・ZEH への導入というものかと思ひます。大規模化というのは少し大げさかもしれませんが、例えば、2つの建物を融通し合うような熱供給で再エネ熱が一部使われ始めるといったことが、都市部でも地方でも少しずつ増えてきている状況です。エネルギー基本計画の中にも、熱においては、そういった面的利用を推進するという記載があります。ですので、今までは排熱利用等が地域熱供給だったと思ひますが、今ヨーロッパで進んでいるような再エネ熱を熱供給に適用するようなことも考えるべきものと思ひています。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。そのほか、いかがでしょうか。

【安田委員】 三菱地所設計の安田です。よろしいでしょうか。

【齋藤分科会長】 よろしくお願ひします。

【安田委員】 スライド16 ページで、行く行くは地中熱の効果をウェブプログラムに組み込んでいくという話がありました。ウェブプログラムで地中熱の効果がきちんと評価されるように組み込んでいただくと普及に本当に弾みがつくと思ひのですが、大体の具体的なスケジュール、ベンチマーク、ロードマップというような目標はありますか。

【NEDO 新エネ部_谷口 PM】 ありがとうございます。なかなか簡単にはウェブプログラムに組み込むことにはいかないと思ひますが、実は、昨年2020年度の段階で、どういった工程を踏めばウェブプログラムに組み入れられるのかという部分を国交省の建築研究所さんにご相談をし、いろいろと手はずを整えているところです。技術開発の面では、今参画していただいている事業者にそういった開発を進めてもらっているところですが、まずはこの研究期間内に技術資料のような形でまとめていただきます。恐らく事業化、つまりウェブプログラムに組み込むのはこの事業の終了後だと思ひますが、少なくとも技術書の作成までは期間内に終わるようにと考えています。

【安田委員】 ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。そのほか、いかがでしょうか。

【北大_長野】 すみません、オブザーバーからです。北大の長野ですが、一言よろしいでしょうか。

【齋藤分科会長】 どうぞ。

【北大_長野】 今、谷口さんから説明のあったウェブプログラムについてです。もう既にビル用に対しては地中熱利用システムの計算手法は組み込まれていますが、ミニマム・リクワイアメントといえますか、性能が非常に低い値で安全設計というような簡易計算手法で組み込まれています。このところを、今回の委託事業で開発する規格化した設計プログラムを組み入れていきたいという趣旨になります。以上です。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。よく分かりました。

そのほか、いかがでしょうか。

【坂東委員】 坂東です。よろしいでしょうか。

【齋藤分科会長】 どうぞ。よろしく申し上げます。

【坂東委員】 同じくスライド16ページのところです。ドイツにおけるポテンシャルマップの成果が書かれています。例えば、日本においても、地域によってはもう随分とポテンシャルマップが整備されていますが、なかなか普及にいていないというのが現状だと思います。ドイツでうまくいっていることと日本における違いというのは、どういうところにあるのでしょうか。

【NEDO 新エネ部_谷口 PM】 ご質問ありがとうございます。おっしゃるとおり、徐々にですが国内でも場所によってはポテンシャルマップがあります。ただ、まだ精度が期待できるものではないといった現状も捉えています。ドイツに関しては、ポテンシャルマップが充実しているということで情報を得ているのですが、この特徴としては、ドイツの国研の地質研究所が全てデータを統括している。国内の情報全部を把握した上でポテンシャルマップをつくっているため、統一的な情報が整備されているといった結果を得ています。ですので、今回のNEDO事業においても、これまでのマップは幾つかあるのですが、しっかりとその辺りを洗い出して見直し、成果を統一したマップをつくっていききたい。そういった統一的なマップをつくる前の段階として、熱伝導率の推定技術を開発しようということで技術開発を進めている経緯になります。

【坂東委員】 分かりました。ありがとうございました。

【齋藤分科会長】 そのほか、いかがでしょうか。

【香川分科会長代理】 香川ですけれども、よろしいでしょうか。

【齋藤分科会長】 よろしく申し上げます。

【香川分科会長代理】 相変わらず厳しいことを言ってしまうのですが、よろしいですか。

【NEDO 新エネ部_谷口 PM】 お願いします。

【香川分科会長代理】 このプロジェクトについて説明いただきましたが、目標は事業化だと思っています。もし間違えていたら、後で教えてください。NEDOとしては、今までの再エネを利用したシステムの性能向上を主に考えてきたと思います。それに付随して、コストという部分で聞きますが、今回はどちらを主に考えていますか。両方だと答えられてしまうとそれで終わってしまいますが、その辺について忌憚なきお話をいただきたいです。特に、冒頭で説明があったように、事業化を目指す上ではシステム化を今回注力していますというお話でした。ですので、どういうところに事業の鍵を、重みを置いているのか教えていただきたい。これが1つ目です。

2つ目は、事前質問でも上げましたが、最終目標値と中間評価における成果、この辺りの達成度を見させていただかないと、少し評価しにくいと感じたのが個人的な意見です。質問に対して追加資料をつくっていただきましたが、まだ分かりにくい。それというのは、中間評価で得られている大半が定量的ではなく定性的なもので、目標値を見ると定量的な値が書いてあります。2番目の質問として、中間評価の定性的な値をどうやって最終年度の目標に近づけるのかをお尋ねしたい。現状として、定性的に中間目標を達成ということで「○」印がつけられていますが、最終年度はどのようにまとめて

いくのか、もしよろしければ教えてください。

【NEDO 新エネ部_谷口 PM】 ありがとうございます。まず1つ目、このプロジェクトの性質の部分としてある性能の向上化、コストの低減化というところですが、再エネ熱というのはまだまだエネルギーとしては主流ではないところでありながら、コストが高いことにより普及していないというのが一番の課題だと考えています。再エネ熱というのは非常に幅広く、地中熱一つを取ってもいろいろな方式があり、場所によっても対象とするものが異なり、なかなか統一的な評価をするのが難しい。そういうところでありつつも、その場所での既存の技術からどれだけコスト低減をできるのかという部分で、定量的な目標値を定めています。もちろん、性能向上というものも研究開発としては大事な要素です。ただ、再エネ熱それぞれの個々の技術のコスト低減というのは限界が来ているかなというところもあります。システム全体として、何とかコスト低減のできる所を絞り出していこうということで、どちらも大事ではありますが、このプロジェクトとしては、タイトルのとおりコスト低減に重きを置き、目標に上げている次第です。

それから2つ目ですが、目標達成度の評価について大変厳しいコメントをいただきました。まさにおっしゃるとおりで、中間目標の時点では定性的なところにとどまっているような印象はあります。しかし、各テーマでトータルコスト20%を低減するために、それぞれの要素技術の低減率というものをしっかりと定め、それに向かって粛々と研究開発を事業者の皆様に行っていただいています。そのため、最終的には、この目標にあるとおり、トータルコスト20%低減、投資回収年数14年を目指し、NEDOとしては定量的に評価をしていくつもりです。

【香川分科会長代理】 ありがとうございます。最後におっしゃった定量的という部分をぜひよろしく願います。

【NEDO 新エネ部_谷口 PM】 ありがとうございます。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。そのほか、いかがでしょうか。大体皆さんからご意見を伺ったところですが、よろしいですか。

そうしましたら、どうもありがとうございました。おおよそ予定時間になりましたので、ここでセッション5.「プロジェクトの概要説明」を終了いたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

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

【齋藤分科会長】 ここからは再び公開セッションになります。皆様の発言は、公開として議事録にも記録されるのでご注意ください。

それでは、議題8.「まとめ・講評」になります。順番は、スタート時にお伝えしたとおり、ご挨拶をいただいた際の逆からということで、安田委員、坂東委員、田中委員、香川分科会長代理、そして最後に私、という順に進めていきます。

それでは、安田委員よろしく申し上げます。

【安田委員】 安田から講評させていただきます。まず、地中熱利用の助成が4つありましたが、その中には、(4:26:32 水利用)と相性のよいフリークーリングや輻射空調、そういった組合せを検証するなど、再エネを活用しやすいシステムでの検証を進めているところが評価できると感じました。性能のよさなどが、シミュレーション等を活用することによって、設計時点で定量化できるようになれば、より普及につながると思います。太陽熱利用のところでは、熱源水を巡らせて、再エネ熱源のいいところ取りをするという着想は、再エネを熱として使うことに対して非常に的を射ていると思っており、今回の実証で目標とするようなデータがいろいろと得られれば、全国の工業団地などにもすぐにも適用できるのではないかと感じました。また、DHCについても、通常は冷水は冷熱は冷水、温熱は温水あるいは蒸気の供給をしているのですが、やはりカーボンニュートラルを目指し、効率のよさを追求する目的で、最近冷熱としては高めの高温冷水を供給するといった事例が出始めています。そうしたところについては、熱源水を熱媒として供給するというのも実現する可能性を感じています。そして、基盤技術の部分ですが、最後のほうで、地盤については掘ってみないと分からないという話もありました。そうはいつても、既にある何万本の井戸の情報から、それをデータベースにつくりまとめる試みや今後設計に使用できるツールの開発、それも建物と連成できるといったLCEMなどと組み合わせるものを開発しているということで、今後の普及に大変期待できるものだと感じました。以上です。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。それでは、坂東委員よろしくお願ひします。

【坂東委員】 坂東です。一つずつコメントを述べていきます。まず、日本地下水開発さんですが、長年の蓄積データや実績に基づき、よく研究開発をされていると感じました。単なるATESではなく、実証建物のZEB化によって熱負荷を低く抑えた上で、高機能のヒートポンプの導入や熱出力をよく考えられた設計をされていることなど、いろいろと感心しています。一方で、香川先生から指摘のあったように、イニシャルコストの問題や点検コストの増加も気になりますが、その点は、ぜひ産総研と共に取り組んだ適用マップを活用されて普及に努めていただければと思います。

そして、葛先生(北海道大学;助成)のご発表についてですが、北海道の建築の実情に合ったコンソーシアムを組み、各社の特徴を活かし、役割分担がよくできているものと感じました。ただ一つ、地中熱というのは10メートルより深いところの地中熱を使うということが一つの売りでもあります。ですので、浅い地中熱利用で済むということの説明をしっかりとユーザー側にさせていただければ、より普及が進むように思います。

それから、塩谷さん(鹿島建設)のご発表についてですが、やはり地中熱だけでは熱収支が取れない場面がよくあります。そこで、天空のヒートポンプを使うということでニーズは多いように思います。また、それによって、地中熱交換器本数が半減ぐらいになったという部分もコストメリットが大きいと感じました。一方で、機器の高度化や複雑化によって、メーカー以外による点検整備ができなくなるという懸念もあります。点検費用の低減も含め、システムインテグレーターとして気に留めておいていただきながら、今後研究開発していただければと思います。

そして、長野先生(北海道大学;委託)のところですが、寒冷地における大深度化の狙いは非常に理にかなっていると私も感じます。ただ、施工業者サイドからすれば、施工性であるとかコスト削減において、まだまだ課題も多いと思うため、ぜひ引き続きご研究をされ、よい成果が出ることに期待します。それから簡易TRTですが、先生もお気づきのように、できれば簡易にできて普及するとよいと思いますので、その点についてもぜひ研究を進めていただけると助かります。どうぞよろしくお願ひします。以

上です。

【齋藤分科会長】 ありがとうございます。それでは、田中委員よろしく申し上げます。

【田中委員】 長い時間お疲れ様でした。安田さんのほうからも話に上がりましたが、システムでいろいろ考えていらっしゃるというのが本当によく理解できました。また、コストという感覚が、何をベースにするのかというのは確かに難しいことだと思いつつも、その意識を持ちながら取り組まれているということもすごく感じました。

私のほうからは、最初のほうでも申し上げた部分です。もちろん今システムとしても取り組まれていると思いますが、さらなる面的な利用ということにつながれば、さらにもっと再エネの熱利用が進むと思います。ですので、ぜひそれも視野に入れながら今後の技術開発に取り組んでいただきたいです。それが、再生可能熱というものがもっと市民権を得ることにもつながると思います。どうもありがとうございました。

【齋藤分科会長】 それでは、香川分科会長代理よろしく申し上げます。

【香川分科会長代理】 香川です。どうもお疲れ様でした。全般的にプロジェクトが進まれていることに感服いたしました。ただ、やはり最終的な目標は普及につなげていくことです。このプロジェクトのミッションは非常に大切に思いますので、ぜひ頑張って最終目標と最終評価までいっていただくことを願っております。

ここからは全般的なコメントになりますが、昨今、異常気象に伴い、各地で思いも寄らない気象条件になっています。北海道でも、今年の夏は非常に暑いと伺いました。設計値というのは建築上で非常に大切なのですが、コストに限定すると、やはりミニマムなロードを検討して設計される場合が多いと聞きます。なかなかZEB・ZEHの設計は非常に難しいのですが、何とかその辺りを再生熱というのが、そういう異常気象にも強いものだ。このシステムは強いのだといったPRを付加させていただきながら、世の中に打ち出すことも一つの手ではないかと思えます。言葉で言うのは簡単で、本当にそういうものができるかどうかというのは私も分かりませんが、いかにして地中熱、再生熱を普及させるのが、このプロジェクトの成功の鍵だと思いますし、皆さんが願っているところだと思います。基盤技術も含め、とても魅力的なシステムを多く開発されています。NEDOや我々も含めてPRをし、世の中に普及させていくことは、地球環境のためにも大切なことではないでしょうか。今日はどうもありがとうございました。

【齋藤分科会長】 ありがとうございました。それでは、最後に私から少しお話をさせていただきます。

今日は長時間にわたり、活発な議論をどうもありがとうございました。皆さんが感じられていることだと思いますが、カーボンニュートラルの実現への道筋が明確化され、世の中が一気に動き出しています。ちょうど去年の10月ぐらいにNEDOからも、エネルギーの最終利用というのは50%が熱であり、これを有効利用しなければいけないといった報告書も出されたところです。もちろん最終利用だけではなく、今回のように熱をつくる供給側も含めて、効果的な熱の有効利用がカーボンニュートラルのキーだと思います。私自身も30年ぐらい熱に取り組んできていますが、これは熱利用技術の全般に言えることで、熱というのはエネルギー密度が低い、質は低い、とりわけ再エネ熱というのは極端に一番低いところのエネルギーを使うようなもので、その割には高価な金属を使うようなところがあり、なかなかコストに対して利用が見合っていないというのが現状と捉えています。一民間企業の皆様にやって

いただくところに対して限界がある中で、やはり国プロとして、国を挙げて支援してやっていただいているということは非常に有意義なものだと感じた次第です。

再エネ利用ということになれば、例えばヨーロッパなどでは、ヒートポンプ自体、空気を熱源にしているものですら再エネ利用機器と認定されているところもあるわけです。地熱利用などもヨーロッパで盛んに行われていますが、かなり簡単なシステムを導入して地中熱を使おうと、非常にうまくやっておられます。一方で、日本は非常に真面目なところがあって、きちんとしたものをつくり上げていくため、どうしてもコスト高になってしまうところがありますので、今回のようにコストダウンを積極的に図っていただくことは非常に重要なものだと思います。

地中熱の利用に関しては、様々な新しい方式を含め、コストダウンをできるような方式において、今後の方向性を示していただいたところが良い点だと思っています。太陽熱に関しても、国を挙げて Society 5.0 をはじめとしてデジタル化、デジタルトランスフォーメーションというものが求められている中で、AI を積極的な活用をするということは、今後の新しい方向性をを見せていただいたものと感じています。それから、共通基盤のところですが、度々お話に出てきているように、コストの面等もあり、なかなか初期投資を躊躇されるといった企業が多い中で、こういったツールがきちんと出来てくるというのは非常に重要なことです。一方で、少し感じたのは、今回発表のなかった案件も含め、似たようなツールがプロジェクトの中で開発されているようですから、その辺を整理していただくことで、世の中に普及させる際に重要になると思います。また、出来上がったツールをどのように維持管理していくのか、この辺りがまさにこれから大変になっていくところでしょうか。後半戦では、その辺の議論も進めていただければと思います。

今回いろいろ導入効果等の検討結果も出していただきました。個別システムに関する性能はちらほらと出てきていましたが、まだまだ中間の段階だということで、最終的にはトータルシステムとして一体どのぐらい性能が向上するのか、改善効果がどの程度あるのかを示していただく必要があると思っています。その際には、絶対的な数値をきちんと見せていただきたいです。コストの話も度々出ていますがおおりですが、どれだけ削減されたかだけではなく、消費者は空調・給湯というのはこういう値段だという数値を知っているわけです。どうしてもその辺りと比較されてしまうと思いますから、その辺も含めて今後検討をいただきたいと思っています。また、このプロジェクトを通じ、再生可能エネルギー熱導入にはどうしても公的支援が必要であるということであれば一緒に検討していただきたいところです。いずれにしても、2023年の20%削減、2030年の30%削減というのは非常に厳しい目標ではありますが、何とか目標達成に向け、引き続き皆様のご活躍に期待します。以上です。

【塚越専門調査員】 ありがとうございます。分科会長並びに委員の皆様、貴重なご意見及び今後へ向けたサジェスチョンをいただき、大変ありがとうございました。

それでは、NEDO 推進部側として新エネルギー部、小浦克之部長から一言コメントをいただきます。よろしく願いいたします。

【NEDO 新エネ部_小浦部長】 NEDO 新エネルギー部の部長をしております小浦と申します。今日は、再エネ熱の技術開発の中間評価に関わる委員会にご参加いただきましたこと、また、長きにわたり対応いただきましたこと、本当にありがとうございました。特に、齋藤分科会長、香川分科会長代理をはじめ、委員の皆様には、事前の様々な確認等の段階から、今日の会議においても非常に的を射たと言え失礼に当たるかもしれませんが、よく見ていただきながら評価をしていただいたものと感じています。その点につきましても感謝申し上げます。皆様からいただいた多くのご指摘を踏まえ、この後の最終的な目標に向けて、我々事業部としても、今後のマネジメント、あるいは事業の進捗、あるいは事業化

に向けた取組などをしっかりとチェックし、そしてサポートをしながら、何とか達成の形で終わられるように努力してまいります。今後とも先生方からの折に触れて、いろいろとご指導・ご指摘をいただけたらと思っていますので、よろしく願いいたします。今日はどうもありがとうございました。

【齋藤分科会長】 小浦部長どうもありがとうございました。

それでは、以上で議題8.「まとめ・講評」を終了とさせていただきます。

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における研究評価について
- 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 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料6 プロジェクトの詳細説明資料（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

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。

**「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)分科会**

質問票

| No. | 資料番号 ・ご質問箇所 | ご質問の内容 | 回答 | | 委員氏名 |
|-----|----------------|---|-------------|---|-------------|
| | | | 公開可/ 非公開 | 説明 | |
| 1 | 資料 7・II-3 | 目的に“給湯、冷暖房負荷のバランスを取ることを目的に、従来の空気熱源ヒートポンプなどで補うシステムを組む必要がある。このシステムを組むことにより、給湯需要を含む施設への地中熱利用ヒートポンプシステムの普及が進むことが考えられる“との記述がありますが、これは何らかの検討はされていますか？ | 公開可 | ベースの給湯負荷は地中熱、ピークの給湯負荷は空気熱源としてハイブリッド化するシステムと、年間を通じた冷暖房負荷と給湯負荷バランスによる最適な地中熱システムを検討しています。また、ターゲットとしている高齢者住宅の関連団体などを調べており、普及方策の一環として団体のイベントに参加しアピールするなどの活動を行っています。 | 齋藤潔 分科会長 |
| 2 | 資料 7・II-6 | 今後、冷媒は可燃性を有する可能性が高く、冷媒の充填量の大幅な削減が求められていくと思われれます。このような中で直膨を選択されていますが、開発の戦略の中で冷媒問題をどのようにお考えでしょうか？ | 公開可 | 冷媒の可燃性は大きな問題のため、冷凍空調工業会でもガイドラインを策定し対応に当たっています。本システムは住宅等で利用実績の多い不燃性の冷媒（R410A）および微燃性を有する冷媒（R32）を利用しており、従前の直膨式よりも冷媒の充填量を半減したものとしています。今後工業会のガイドラインに基づいて安全性の確認を進めると共に、安全性を確保する機器の設置や利用法の周知を進めるよう検討いたします。 | 齋藤潔 分科会長 |

| | | | | | |
|---|------------|---|-----|--|-------------|
| 3 | 資料 7・II-11 | 部分負荷性能が高い特徴を有するヒートポンプを完成させるとのことですが、これはどのようなものでしょうか？ | 公開可 | 定格出力時の COP に対して、容量制御を行い出力を絞った場合の COP の方が高いという特徴を持ったヒートポンプのことです。 | 齋藤潔 分科会長 |
| 4 | 資料 7・II-20 | 熱交換器に流下液膜を選択されていますが、これはどのような理由からでしょうか？ | 公開可 | 温泉等の不純物を含む流体とした熱源を利用する場合、夾雑物やスケール、湯の花等による熱交換器流路の詰まりや伝熱性能の低下が問題となります。よく使われているプレート熱交換器等では安価なもの、源泉の泉質や排湯の不純物によってはメンテナンスを頻繁に行わなければいけないことが課題となっています。流下液膜式熱交換器は、開放型で清掃がしやすく熱交換効率も確保される点から本方式を選択しております。 | 齋藤潔 分科会長 |
| 5 | 資料 7・II-21 | 熱源水ネットワークシステムの簡易導入検討ツールとはどのようなものでしょうか？ | 公開可 | 分散熱源による熱源水ネットワークシステムの導入に至るまでには、調査→導入検討→基本設計→実施設計→構築→運用という段階を経ることになります。調査や導入検討段階でも実測調査を含む実現可能性検討が必要であり、対象施設が面的な複数施設になるため、情報収集などに時間と費用が掛かります。費用面では補助金等の活用が可能ですが、その活用には時間的制限などで難しい場合もあるといった背景があります。そこで導入検討を支援するツールを開発し、導入検討時間の短縮と検討費用の低減を目指しています。 ツールの概要としては、GIS 地図上で施設ポイントをおき、熱源水ネットワーク配管を図示することで、設置した施設の熱需要量や源泉の量を基に、配管距離も勘案して、熱源水ネットワークシステム導入の採算性を簡易に検討するツールを目指しています。採算性検討のために、設備機器等の価格データやエネルギー単価等の基礎コストデータベースを整備する予定です。 | 齋藤潔 分科会長 |

| | | | | | |
|----|-------------------------|--|-----|--|--------------------|
| 6 | 資料 7・Ⅲ-11 | 特許、論文、外部発表等が極端に少ないですが、何か理由がありますか？ | 公開可 | これまでの期間は開発途上であるため外部発表は行っていないですが、本年の9月に発表予定です。 | 齋藤潔 分科会長 |
| 7 | 資料 7・Ⅲ-22 | 特許、論文、外部発表等が極端に少ないですが、何か理由がありますか？ | 公開可 | 本テーマを開始したのが、実質的に2020年12月であり始まって間もないため、本事業成果による論文発表等は未だできておりません。 | 齋藤潔 分科会長 |
| 8 | 資料 7・Ⅲ-29 | ツールの積極的な周知が必要かと思われませんが、特許、論文、外部発表等が極端に少ないです。何か理由がありますか？ | 公開可 | 研究テーマが2020年度途中の開始であるため、成果公表を2021年度から進めることにしておりますが、学会の多くが秋に開催されることから、事業原簿を作成した2021年7月の時点では、まだ成果公表がない状態となっております。なお、2021年10月には4件の学会発表を予定しております。 | 齋藤潔 分科会長 |
| 9 | 資料 5 P.16 研究開発目標 | ・資料で各開発項目に対して研究開発目標が示されているが、「研究開発の実施体制」(P.19)にある各事業(個別テーマ)においてどのような成果が得られているか(できれば数値を添えて)、さらに達成度をどのような基準で判定しているかがわかるような資料が事業(個別テーマ)ごとに整理されている(資料6内に挿入しても可)と評価の際に参考になります。 | 公開可 | 資料7・Ⅲ-4~5、資料5・p26、27を基に、個別テーマごとに「現状成果」「2021年度末目標」「2021年度末目標に対する達成度」をまとめましたのでご参考ください(参考資料1)。達成度の判断基準としては、研究開発項目の2021年度末目標を達成すべく、事業者各々が設定した2021年度末目標の達成状況にて勘案しております。 | 香川 澄 分科会長 代理 |
| 10 | 資料 5 P.28 最終目標の達成可能性 | ・事業(個別テーマ)ごとに達成見通しの表があるとよいです。事業の多くが複合的な研究開発項目によって構成されていて事業の取り組み状況がやや判定・評価しにくいと思われます。達成見通しが、本プロジェクト(全体および各テーマ)の実用化、事業化にどう結び付けできるように整理一覧されている資料がある(資料6内に挿入しても可)と評価する際に参考になります。 | 公開可 | 資料7・Ⅲ-6~7、Ⅳ-1~14を基に、個別テーマごとに「最終目標」「達成見通し」「実用化・事業化への結び付け」をまとめましたのでご参考ください(参考資料2)。 | 香川 澄 分科会長 代理 |
| 11 | 資料 7・Ⅲ-8 ページ | (1.1) 給湯負荷のある・・・【成果概要】 | 公開可 | 2021年度の秋を予定しています。 | 安田健一 |

| | | | | | |
|----|---------------|---|-----|--|------------|
| | | ⑤において、新規 TRT について 2021 年度のいつ頃（季節）実証試験を予定しているか。 | | | 委員 |
| 12 | 資料 7・Ⅲ-9 ページ | (1.1) 給湯負荷のある・・・【項目別成果】③において、目標年間 COP3.6 以上の想定とあるが、年間の出力条件はどのようなものか。地中想定温度条件の他にも、負荷側の負荷率の想定等を含んでいるものなのかどうか。 | 公開可 | 年間 COP については地中熱採熱側温度 17℃、温度差 5℃、給湯側入水温度 5℃沸き上げ温度 90℃として出力 30kW を想定しています。給湯の負荷率は想定していませんが、入水温度の変化は加味して COP だけを見るとかなり低いように見えるものの、90℃沸き上げで業務用出力 30kW と大型のヒートポンプからするとかなりの高効率ヒートポンプの部類に入ると考えています。 | 安田健一 委員 |
| 13 | 資料 7・Ⅲ-13 ページ | (1.2) 直接膨張式地中熱・・・【成果の最終目標の達成可能性】表Ⅲ(1.2)-2の①において、15%コストダウンとしているが、比較対象はなにか（プロトタイプの HPU 対してか）。また、①～⑦を通して従来型の方式に比べてトータルシステムとして、どの程度のコストダウンにつながる見込みであるか。 | 公開可 | コストダウンの比較について、比較対象は研究開発開始前の 2018 年時点での直接膨張式地中熱ヒートポンプシステムとしており、成果はプロジェクト完了の 2021 年時点を想定しています。ヒートポンプ単体ではプロトタイプを量産型とした場合の成果を見込んで 15%コストダウンと示しました。①～⑦全体としてのコストダウンはプロジェクト完了時点で 20%を見込んでいます。 | 安田健一 委員 |
| 14 | 資料 7・Ⅲ-15 ページ | (1.3) ZEB 化に最適な・・・【項目別成果】①3)において、通常の地下水温度よりも 2℃程度低い地下水を使用することで・・・とあるが、ここでいう通常の地下水温度（16℃）とは、どういった温度か。別途測定したものか。 | 公開可 | 地下水温度 16.0 度とは、井戸設置後に実施した揚水試験で実測した値です。この温度は、帯水層へ蓄熱操作を行う前の初期地下水温度であり、冬期に冷熱蓄熱した効果により、次の夏期には 2 度程度低くなった地下水をフリークーリングで使用することができます。 | 安田健一 委員 |
| 15 | 資料 7・Ⅲ-18 ページ | (1.4) 寒冷地の ZEB・ZEH 化を考慮した・・・【項目別成果】③1)において、新築事務所の実証スケ | 公開可 | 新築事務所が竣工する 2021 年度第 2Q から実測を開始し、2022 年度末まで実測および評価を実施する予定です。天井放射空調と FCU 方式の暖房送水温度の | 安田健一 委員 |

| | | | | | |
|----|--------------------------------------|--|-----|--|------------|
| | | ジュールはどのように考えているか。実測及び評価は 2022 年度か。輻射空調との組み合わせ効果についても検討とのことであるが、具体的な検証方法等はどのようなものか。 | | 違いによる GSHP システムの運転効率の違いや、スケジュール運転等による省エネ省コスト性の効果について評価を行います。 | |
| 16 | 資料 7・II-22 及び III-5 及び III-22~24 ページ | (2.2) 温泉熱等の再エネ熱を活用した・・・(2.2.3)事業スケジュールにおいて、2021 年度には、2)排湯用熱交換器の試作性能試験や 3)熱売買制御構想や 4)設計などについては今年度中の成果が見込まれている。III-5 中間目標に対する成果まとめでは 1)にしか触れていないが、その他について III-23~24 に現状成果が簡潔に示されているものの、進捗について補足説明を追加していただくと思われる。 | 公開可 | 温泉・排湯用熱交換器については、流下液膜式熱交換器の伝熱面に均一な液膜を形成できる液膜形成部を流体シミュレーションを行った上で設計を行いました。流路をある程度絞ることにより均一な流下液膜を形成する構造としています。流下状況の確認試験を行うため、試作に入った段階です。 熱売買制御システムについては、実際の温泉街を想定したモデルにおいて、熱源水ネットワークシステムを導入する場合を想定して、必要な機器類、制御盤サイズ、構成等を検討し、低コスト化の検討を起こっています。現在、ベースとなる制御システムの構成の検討案ができ、ここから低コスト化した場合の設計案を作成していくところです。 | 安田健一 委員 |
| 17 | 資料 7・II-28~29、及び III-29~30 | (3.2) オープンループ方式地中熱利用における・・・表 II(3.2)-1 研究開発目標と根拠において、①シミュレーションツールによる予測、②地下水揚水可能量予測、③地下水還元可能量予測手法について、目標が掲げられておりどれも大変意義があると思われるが、IIIの【項目別成果】において、進捗及びここまでの成果に関する詳細が記載されていない。例えば、①については LCEM プロトタイプの概要、②では井戸情 | 公開可 | 研究テーマが 2020 年度途中の開始であり、かつ事業原簿を作成した 2021 年 7 月の時点でありますので、まだ 1 年間の成果しかございませんが、現時点での成果は以下のとおりです。 ①システムシミュレーションツールの研究開発 LCEMモジュールはプロトタイプとして、井水温度、井水流量、井水ポンプの消費電力を一定としており、この条件下でシステム全体の消費電力量を計算できることを確認しております。 ②地下水揚水可能量予測手法の研究開発 1) 広域的な透水係数推定手法の研究開発 透水係数の推定に地層の粒径分布を用いる既存手法による推定値を原位置透水試験結果による実測値 | 安田健一 委員 |

| | | | | | |
|----|---------------------------|---|-----|---|------------|
| | | <p>報からどのように透水係数を推定するのか、そして実測データ(の一部でも)、③については地下水還元可能量をどんなデータを用いて推測するのか、資料を可能な範囲で示していただくとよいと思われる。</p> | | <p>と比較し、一部のデータでは推定結果に 1 桁程度のずれを生じることを確認しました(参考資料 3 参照)。よって、間隙比等の他のパラメータを加えて推定精度の向上を今後図っていく予定です。</p> <p>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</p> <p>各種の原位置透水試験や掘削工法を用いたフィールド実験を 2021 年秋に実施できるよう実施計画を策定し、まもなく実施の予定です。これにより最適な手法を選定する予定です。</p> <p>③地下水還元可能量予測手法の研究開発</p> <p>地下水還元では還元井周囲における地層内での目詰まりが影響を与えるため、室内透水実験をさまざまな地層の粒径分布、動水勾配、地下水水質のもとで行うことにしております。これにより、影響の大きいパラメータの抽出し、還元開始前の透水係数からの変化率を求めることにより、地下水還元可能量を予測する方針です。</p> | |
| 18 | 資料 7・概要-2 ページ及び II-10 ページ | <p>プロジェクト概要 (個別の事業期間) について</p> <p>概要-2 ページに全体のプロジェクトスケジュールが示されている。地中熱利用システムの低コスト化技術開発についても 2019 年から 2023 年となっているが、個別のスケジュールにおいて、(1.2)の事業は 2021 年度でまとめとなっている。全体事業の中でこの事業のみ短期間である位置づけを補足説明してほしいのと、(1.2)においては、今年度がまとめになっているため、中間評価とはいえ現時点における資料を用意していただくとよいと感じておりま</p> | 公開可 | <p>NEDO での研究開発期間は 3 年間とし、その後の 2 年間は自主研究として更なる改良・改善の期間と考えスケジュールを策定しております。</p> <p>2021 年 8 月に実施したコンソーシアム委員会の資料を添付します(参考資料 4)。低コスト化に関する進捗状況を示しており、2023 年度達成目標の 20%低減は現時点では見通しですが 2021 年度末で達成可能と考えています。</p> | 安田健一 委員 |

| | | | | | |
|----|-------------------------|---|-----|--|---------|
| | | す。 | | | |
| 19 | 資料 7 II-20 | 遠隔操作可能な通信機能を持つ温泉計測、熱量計測の開発とあるが、地域熱供給が（地域冷暖房）の導入が進んでいる諸外国では既に使われているが、それらは把握されているか。 | 公開可 | 熱源水ネットワーク導入のための、現状把握や導入検討に使う実測値を取得するために、実測においても低コスト化することをまず第一目標に置いています。 海外事例自体の調査は行っていますが、計測機器自体の調査は調査不足ではありますので、もし知見があればご提供頂けると幸いです。 | 田中いずみ委員 |
| 20 | 資料 7 のⅢ-15 頁、3) の 2 行目 | 帯水層への蓄熱はどのように確認していますか？また、地下水流速はどの程度であり、地下水利用による季節変化の影響などは無いですか？それともすでに考慮されていますか？ | 公開可 | 帯水層内における蓄熱塊の挙動はシミュレーションで推定しています。解析モデルは前の NEDO 事業に構築しており、実測観測データとのマッチングは良好で解析精度は極めて高いと評価しています。帯水層内の地下水流速は 16m/年程度で、冬季に近傍の消雪用井戸が稼働すると水位低下が見られますが、冬季注入された冷熱は井戸周囲によく蓄熱されており、次のフリークーリング冷房に活用されています。 | 坂東和郎委員 |
| 21 | 資料 7 のⅢ-16 頁、5) の 1 行目 | 地下が還元的气氛にある場合、水酸化鉄の発生とそれによる目詰まりを発生させることも懸念されますが、今後の普及に向けてどのようにお考えですか？ また、水質分析はどのような項目に着目されていますか？ | 公開可 | 本システムで使用する地下水も還元状態ですが、現在まで目詰まりは発生していません。帯水層蓄熱は、密閉型井戸を使用、同一帯水層の地下水を揚水注入し、密閉配管で極力空気に触れさせずに、温度のみ変化させて使用する、を厳守しなければならないと考えています。 また水質分析に関して、腐食性やスケール性等に注目し計 27 項目分析しております。 | 坂東和郎委員 |
| 22 | 資料 7 のⅢ-16 頁、②1) の 1 行目 | 直接熱交換を行っていますが、地下水の水質による適用範囲（水質基準値）はどのように定めていく予定ですか？ | 公開可 | スケール性の地下水に関しては、電磁処理装置の効果によりスケール発生の抑制が見込める場合には通水可能と判断できると考えています。一方、腐食性の地下水に関しては、局所的な腐食の予測は困難と考えられるため通水不可と考えています。 | 坂東和郎委員 |
| 23 | 資料 7 のⅢ-16 頁、②2) の 1 行目 | 電磁処理装置は、どのような水質に効果があり、どのような水質に効果が無 | 公開可 | 電磁処理装置は、水中粒子の界面電位を変化させることによりスケール発生を抑制しているため、界面 | 坂東和郎委員 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------|--|-----|--|------------|
| | | いのですか？また、原水と処理水でどのような水質変化を確認していますか？ | | 電位を変化させることが可能な水に対しては強弱はあるものの効果があると考えています。また、原水と処理水では界面への水中粒子の寄り方が異なることは確認しています。(なお、前の NEDO 事業での比較試験では、処理水と未処理水との間で、pH、電気伝導度、全硬度、全鉄、溶解性鉄、溶性シリカに関しては、水質に顕著な違いが生じていませんでした。) | |
| 24 | 資料 7 の II-14 頁 (1.4.1)の最下行 | 間接型 GSHP システムとありますが、直接型と間接型の違いを説明してください。 | 公開可 | 直接型はオープンループ方式を指し、地下水を直接利用する方式になります。間接型はクローズドループ方式で、本事業で開発している地中熱交換器を用いる他に、代表的なものとしてボアホール U チューブ方式があります。 | 坂東和郎 委員 |
| 25 | 資料 7 の II-14 頁 (1.4.2)(2)3 行目 | 小規模建築における PC 杭工法は、他の鋼管杭工法や地盤改良工法に比べ、実証地域において一般的な工法として普及しているものでしょうか？ | 公開可 | 杭の方式については、ハウスメーカーや工務店によって変わるため、一概には言えませんが、実証地域(北海道)では杭の工場もあるため、H 型 PC 杭工法は比較的広く普及している工法です。コンソーシアムの事業者(棟晶)でも杭が必要な場合、H 型 PC 杭を採用しています。 | 坂東和郎 委員 |
| 26 | 資料 7 の II-14 頁 (1.4.2)(2)6 行目 | 地盤条件による優位性と劣位性について明らかにしていくとありますが、どのような評価項目を検討する予定ですか？例えば、地質、熱伝導率、施工性など | 公開可 | 地質によって熱伝導率や施工性が変わり、優位性と劣位性が変わることから、地質を中心に評価を行う予定です。 | 坂東和郎 委員 |
| 27 | 資料 7 の II-14 頁 (1.4.2)(3)3 行目 | 空間の快適性は、どのように評価する予定ですか？例えば温熱環境指標 (PMV)、あるいはヒアリングなど。 | 公開可 | 室内の代表点における PMV と温湿度計による上下温度差により評価する予定です。 | 坂東和郎 委員 |
| 28 | 資料 7 の III-18 頁【項目別成果】①2)3 行目 | ZEH 化を考慮し導入とありますが、何をどのように考慮されたのか教えてください。例えば、将来的な断熱性能の向上とか。 | 公開可 | 質問にご記載の通り、ZEH 化を想定した断熱性能の向上を考慮しています。具体的には住宅の場合には建物の断熱性能である UA 値を現在の省エネ基準の半分程度になるまで断熱性能を向上させています。 | 坂東和郎 |

| | | | | | |
|----|--------------------------|---|-----|---|------------|
| 29 | 資料7のⅢ-18頁【項目別成果】②2)4行目 | 地中熱交換器の性能の定量化とは、具体的に何を以て定量化し、比較されているのか教えてください。例えば熱抵抗とか。 | 公開可 | 地中熱交換器の熱抵抗と周囲地盤の熱特性(有効熱伝導率等)を考慮した単位採放熱係数を用いて比較を行っています。 | 坂東和郎 委員 |
| 30 | 資料7のⅡ-17頁(2.1.2)の5行目 | SSHPをユニット化は現状に対しどのようなメリットがありますか?例えば、省エネ性の向上、システム化の容易性、施工性、維持管理性、設備の簡素化、コスト削減など。 | 公開可 | ユニット化により、SSHP、熱交換器(空気熱交、直接加熱用熱交)、バルブ類、制御盤などが一体化されているため、過年度に開発したSSHPシステムと比較して、①イニシャルコストが低減(30%程度減)、②保守メンテナンスが容易、③設置面積が低減(約50%)できます。 | 坂東和郎 委員 |
| 31 | 資料7のⅢ-20頁【項目別成果】②1)2行目 | 熱源水直接加熱とはどのような方法か教えてください。 | 公開可 | 冬期加熱時に、太陽熱集熱、大気集熱量が大きい場合は、圧縮機に集熱を投入せず、ユニット型SSHPに内蔵されている熱交換器で、熱源水とブラインを熱交換して直接熱源水を加熱する方法です。 | 坂東和郎 委員 |
| 32 | 資料7のⅢ-20頁【項目別成果】③ | 実建物の設備規模はどのくらいですか?また、普及しているGSHPに比べ、地中熱交換器本数はどの程度削減できましたか?イニシャルコストは低減できていますか? | 公開可 | 対象建物である厚生棟食堂は、床面積約452m ² です(SSHPはこのうちペリメータ負荷を処理)。SSHPと地中熱で、それぞれ二次側空調負荷の50%程度の負担を見込んでおります。このため、全て地中熱で賄うGSHPに比べ地中熱交換器本数は半分程度となり、普及しているGSHPと比較し20~30%程度イニシャルコストは低減と見込んでいます。 | 坂東和郎 委員 |
| 33 | 資料7のⅢ-20頁【項目別成果】③最終行 | 最適制御手法により、どの程度COP向上が図れると予想していますか? | 公開可 | COPの10%程度向上を目標としております。 | 坂東和郎 委員 |
| 34 | 資料7のⅡ-23頁の(3.1.2)①1)の2行目 | 広域地下水流動解析には地域の地下水利用実態はどのように考慮されていますか? | 公開可 | これまでに(NEDO H26~H30)開発した地中熱ポテンシャル評価手法において、広域3次元地下水流動・熱輸送モデルには地域の揚水効果は含めていません。 なぜならば、地下水利用実態の正確な調査データが存在しないことが第一に挙げられます。また、地中熱ポテンシャル評価において、地下水の揚水効果は見かけ熱伝導率に対してプラスの影響を及ぼすことが | 坂東和郎 委員 |

| | | | | | |
|----|-----------------------------------|--|-----|--|------------|
| | | | | 秋田大や産総研の現場調査によって報告されています。したがって、見かけ熱伝導率の推定において、広域地下水流動解析に揚水効果を含めないことは、安全側に働きます。 | |
| 35 | 資料 7 の II-23 頁の (3.1.2) ②1) | 大口径水井戸とは、どの程度のケーシング径を指していますか？また、本調査手法は鋼管限定という事ですね。 | 公開可 | 500mm 程度までの水井戸を想定しております。なお本手法は電磁石を使用しますので、鋼管限定です。 | 坂東和郎 委員 |
| 36 | 資料 7 の II-23 頁の (3.1.2) ②下から 4 行目 | 大深度 BHE の場合、国内普及技術の 100m 掘削に対し、施工ヤードの拡大、掘削日数の増加などの課題も考えられますが、大深度化の最大のメリットはどこにありますか？例えば、高い地中温度、高見かけ熱伝導率、狭い敷地への適用など | 公開可 | 大深度化のメリットはご指摘の通り、地温勾配に基づく高い地中温度、高圧による堆積物の圧縮による見かけ熱伝導率の増大、多数本数を削減できる狭い敷地への適用があります。例えば札幌市での施工例では、深度 80m 付近まで 11℃であるのが深度 300m では 21℃となり、10℃差が熱利用に大きなメリットとなります。また、数本必要な小規模オフィスビルで一本の地中熱交換器で済む効果もあります。最大のメリットは、地中熱利用の土地制約の大きい都心の非住宅への導入が期待され、狭い敷地への適用も可能になると考えます。 | 坂東和郎 委員 |
| 37 | 資料 7 の III-25 頁の【成果概要】の② | 簡易 TRT 装置は出力 20kW と従来の TRT 装置に比べ 3~4 倍の出力です。試験電源が大型化する他、ケーブルヒーター、測定ユニットも多くあり、装置単価が増加するように思いますが試験費用は下げることが可能なのでしょうか？ また、TRT の実施時間は、従来と比較しどう変わりますか？ | 公開可 | 現在、市販の TRT 機は例えば群馬電気の 5kW 機にて 180 万円です。今回製作は特注で 450 万円でしたが、商品化できればコスト削減により 2~4 割減として 270~360 万円で、出力 4 倍にかかわらず、コストは 1.5~2 倍となります。本研究の目的は、大深度熱交換器のみならず、通常の熱交換器も含めた簡易 TRT の開発です。周期加熱により試験時間を約半分にすることを目指しており、同じ試験機でも人件費や損料の節約により、例えば通常 200 万ほどかかる TRT が 150 万ほど (25%)削減できると想定します。大深度地中熱交換器自体は、狭小地への導入のメリットや暖房用途での採熱効率向上が期待できますので、周期加熱試験と組み合わせれば、コスト削減の相乗効果が期待できます。 | 坂東和郎 委員 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | | | | また TRT の実施時間は、従来の 48 時間から 24 時間 への短縮を目指しております。 | |
|--|--|--|--|---|--|

参考資料 1

参考資料 1

| 研究開発項目 | 研究開発項目の 2021 年度末目標 | 研究開発テーマ | テーマごとの 2021 年度末目標 | 現状成果 | 達成度(○達成、△達成見込み、×未達) |
|-------------------------------|---|--|--|---|--|
| <p>(1)地中熱利用システムの低コスト化技術開発</p> | <p>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。</p> | <p>(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</p> | <ul style="list-style-type: none"> 一人で地中熱交換井を施工する目途を付ける。 空気熱源 CO₂ ヒートポンプ給湯器に比べてイニシャルコストを15%削減する目途を付ける。 従来の地中熱交換器(Uチューブ)に比べて、設置費用を33%削減する目途を付ける。 | <ul style="list-style-type: none"> 一人で施工するための掘削機に関しては、掘削データをオペレータのもとに集約するためのモニタリングシステムの開発を行った。 熱交換器の発揮能力実証と複数仕様で設計した各圧力容器の比較検討のために、基礎試験装置の設計・製作と一部試験を実施した。 数値シミュレーションで地中熱交換器の検討を行った。 | <p>△(22年3月達成予定)</p> <p>21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)</p> |
| | | <p>(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・設置にかかるコスト低減技術の開発</p> | <ul style="list-style-type: none"> コスト低減のための技術的な課題の確立。 HPU等のプロトタイプ完成。構工法の確立。 設計に活用するための基礎データの収集と分析。 | <ul style="list-style-type: none"> HPUの部分では空調用のプロトタイプを完成し、地中熱交換器の開発では小口径ボアホールへの適用を確認。 施工法の削減では、口径掘削技術や本設鋼管の熱交換器利用技術の確立。 設計法では基礎的な技術情報の収集と分析が完了。 | <p>○</p> |
| | | <p>(1.3) 高効率帯水層蓄熱を活用したトータル熱供給システムと専用ヒートポンプの開発</p> | <ul style="list-style-type: none"> 実証施設とトータル熱供給システム構築を完了、モニタリングデータ収集開始 フリークーリングの開始 太陽熱を併用して高効率システムを構築 ZEB実証施設に専用ヒートポンプを設置して稼働開始 効率等モニタリングデータ集積開始 スケール防止機構有効性検証 | <ul style="list-style-type: none"> ZEB実証施設とトータル熱供給システム構築完了 フリークーリング冷房を実施 太陽熱併用システム構築 冷暖房切り換え時に井戸洗浄実施 専用ヒートポンプ設置を完了し稼働開始 効率等モニタリングデータ集積開始 ストレナーナを使用しての検証を開始 | <p>○</p> |
| | | <p>(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</p> | <ul style="list-style-type: none"> トータルコスト20%以上の削減を可能とする設計手法の確立 新型地中熱交換器の開発で設置コスト20%以上の削減 出力6.0kW、COP4.3を達成できるヒートポンプ給湯機、ヒートポンプ暖房機①を開発する。 出力4.0kW、COP4.5を達成で | <ul style="list-style-type: none"> 設計手法を確立し、トータルコスト20%以上の削減の見通しを付けた 新型地中熱交換器の施工試験の結果から設置コスト20%以上の削減の見通しを付けた ヒートポンプ給湯機、ヒートポンプ暖房機①を試作し、評価試験により目標達成見込みを示した。 | <p>○</p> |

| | | | | | |
|--------------------------|--|---|--|--|---|
| | | | きるヒートポンプ暖房機②を開発する。 | ・ヒートポンプ暖房機②を設計した。 | |
| (2)太陽熱等利用システムの高度化技術開発 | | (2.1)天空熱源ヒートポンプシステム(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 | SSHP 大府実証システムⅡ期工事を2021年8月めどに完成させ、運転データに基づく年間性能評価を実施。SSHPシステムのCO ₂ 削減効果、省エネ効果の検証を行う。 | 実証建物における既存空調機のエネルギー消費量を計測。2021年8月をめどに実証システムⅡ期工事(地中熱敷設、空調機更新、給湯ヒートポンプの追加設置)を実施。 | ○ |
| | | (2.2)実温泉施設における温泉熱賦存量、熱需要量の実測調査及び、国内外事例調査 | 低コストな長期温泉計測方法の確立 | 温泉計測、熱量計測に使用可能な計測器条件を調査、整理する。 | △(21年10月達成予定) 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。 |
| (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。 | (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 | ・水文地質学および統計学的な見かけ熱伝導率推定手法のスキーム確立 ・簡易 TRT 装置の開発と、現場試験、数値シミュレーションによる検証 ・統合型設計ツールの基本計算ロジックの開発 | ・考案した各推定手法による推定値の検証を実施(検証データ取得も含む) ・簡易 TRT 装置の製作に着手するとともに、数値シミュレーションによる検証を実施 ・建物・空調設備の連成シミュレーション、オープンループ方式のサイクル計算手法が完成 | △(21年9月達成予定) ・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。 9月1日実施のWGにて外部有識者にて審議の予定。 |
| | | (3.2)システムシミュレーションツールの研究開発 | オープンループ方式地中熱利用システムの年間エネルギー消費量を実測値に対して誤差25%以内で予測可能な技術を開発する。 | 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 | △(21年9月達成予定) 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。 9月1日実施のWGにて外部有識者にて審議の予定。 |

参考資料 2

参考資料 2

| 研究開発テーマ | テーマごとの最終目標 | 達成見通し | 実用化・事業化への結び付け |
|---|---|--|--|
| (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 | 従来の地中熱ヒートポンプシステムを給湯需要がある福祉施設(2,000m ²)へ導入する場合に比べて、イニシャルコストを23%削減する。 | 地中熱交換井を一人で施工する等の開発を行うことで、目標達成見込み。 | 研究開発によるトータルコスト低減を見込んだ上で、給湯負荷の高い高齢者住宅をターゲットとして事業化を計画する。 |
| (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・設置にかかるコスト低減技術の開発 | 【2021 年度終了予定】 低コスト機器の開発、低コスト施工法の開発、低コスト設計法の開発などの総合的な見直しにより、地中熱 HP システムの設置コストを従来に比較し 20%削減。 | 【2021 年度終了予定】 ・低コスト機器と低コスト施工法のコスト試算と実証を進める。 低コスト設計法ではシミュレーション技術が確立。ポテンシャルマップの活用と設計モードの確立による設計コストの削減により目標達成見込み。 | 研究開発によるトータルコスト低減を見込んだ上で、機器販売を中心に進める方法等を検討する。 本設鋼管杭利用工法の開発については、全国の鋼管杭施工業者に杭の付加価値をアピールできる工法であり全国杭施工業者等への事業展開を行う。 |
| (1.3) 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と専用ヒートポンプの開発 | <ul style="list-style-type: none"> ・本システムの ZEB 適応性実証 ・本システムのイニシャルコスト・ランニングコスト共に 30%低減 ・普及に向けた技術評価手法を確立 ・専用ヒートポンプの性能評価と最適稼働設定の確立 ・スケール防止機構の概略確立 | <ul style="list-style-type: none"> ・フリークーリングによる冷房が省電力に大きく貢献することを確認し、ランニングコストの 30%低減見込み ・イニシャルコストの項目毎に検討を進め 30%低減見込み ・技術評価手法について検討を進め、評価手法確立の見込み ・冷暖房、給湯時の COP データ収集を開始し、最適稼働設定の検討を進めており、目標 COP を達成見込み ・ストレナーナ使用によるスケール防止効果検証を開始し、モニタリングデータと併せてスケール防止機構を確立できる見込み | 効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムは、地下水熱を利活用して複数以上の熱需要に対応できることから、この特徴を生かして「地域熱供給」への事業化を見据える。 |
| (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 | <ul style="list-style-type: none"> ・新型地中熱交換器の導入により熱交換器設置コスト 20%以上の削減 ・新型地中熱交換器、ヒートポンプ、二次側運用技術、設計手法を組み合わせトータルコスト 20%以上の削減 | <ul style="list-style-type: none"> ・新型地中熱交換器の施工方法確立の目途がつき、地盤条件や地域条件の異なる地点での施工試験を実施して、設置コスト削減目標を達成できる見込み ・ヒートポンプ、二次側運用技術、設計手法の各要素について実測データとの比較による検証を行い、それぞれの要素の目標の達成を示すことで、トータルコスト削減の目標達成見込み。 | 低コスト型 GSHP の性能や二次側運用技術(天井放射空調システムなど)の研究開発により、寒冷地における ZEB 建築への有効な技術の一つとして確立でき、GSHP を導入した ZEB コンサルサービスが提供できる。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>(2.1) 天空熱源ヒートポンプシステム (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</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・実建物での運転データ解析により、既存空調機 (GHP)、一般的な EHP に対する CO₂、エネルギー消費量の削減効果を定量的に示す。 ・過年度 (2014 年度～2018 年度) に開発した SSHP システムに対し、トータルコスト 20%以上減、投資回収年数 14 年以下にめどをつける。 | <ul style="list-style-type: none"> ・計画通り進捗しており目標は達成見込み。 ・構成機器の低コスト化にめどが立っており。コスト目標も達成見込み。 | <p>従来の水熱源ヒートポンプシステムに対して、トータルコスト 20%以上低減 (投資回収年数 14 年以下) を達成し、2030 年度時点で目標とするトータルコスト 30% (投資回収年数 8 年以下) にめどをつけることで、天空熱源ヒートポンプシステムの事業化を行う。</p> <p>多角的な再生可エネルギー熱利用を行う新 SSHP システムを、他者に無い優位技術として、コンペ提案や再生可能エネルギー利用に意識のある顧客や設計事務所への営業展開を行い、建物受注を図る。</p> |
| <p>(2.2) 実温泉施設における温泉熱賦存量、熱需要量の実測調査及び、国内外事例調査</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・低コストな長期温泉計測方法の確立 | <p>5 カ所以上の温泉施設での実測により、低コストかつ安定して温泉流量等の長期計測方法を確立する。</p> | <p>研究開発によって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の開発を行い、分散熱源による熱源水ネットワークシステムの「導入検討ツール」を活用したコンサルサービスとしての事業化が見込まれる。また、熱売買制御システムを構築することで、将来的にエネルギーサービス事業において、導入先の熱融通仲介サービス提供 (運営事業者) の事業化が見込まれる。</p> |
| <p>(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</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・水文地質学のおよび統計学的な見かけ熱伝導率推定手法の開発・規格化 ・低コストに寄与する簡易 TRT 法を開発、規格化 ・クローズドループ・オープンループ方式統合型設計性能予測ツールを開発 | <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・推定式が得られることから、地盤データベースとの組み合わせることで目標達成可能。 ・開発する TRT により、今後整理する適切な条件に応じて低コスト化が実現可能 ・熱負荷連成や多種熱交換器、複雑な地盤条件対応、オープンループ方式は理論計算、数値シミュレータを開発し、それらを統合 | <p>本研究開発にて、見かけ熱伝導率の推定手法を開発、規格化することにより、わが国の各地に豊富に賦存する地下水流れによる移流効果を反映した設計を行うことができるようになる。</p> <p>簡易熱応答試験 (TRT) 法を開発することで、新たに地中熱交換器を設置しない、あるいは、従来より短時間かつ少人数での試験が可能になることで低コストが期待できるほか、TRT 技術は、地中熱利用システムのみならず、土木建築などの構造物の耐久性評価にも応用できる可能性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・統合型設計ツールは、クローズド、オープンループ方式の最適な選定が可能となり、活用が見込まれる。 |
| <p>(3.2) システムシミュレーションツールの研究開発</p> | <p>設計者が簡易に地中熱ヒートポンプ導入時のエネルギー消費量の計算を行うことができ、設計建物に採用される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シミュレーション</p> | <p>今後の実測データを用いた検証を待つ必要があるものの、前回プロジェクトでクローズドループ方式で大きな誤差を生じた要因が長い横引き配管と少ない一次側流量であることがつかめており、オープンループ方式では極端な少流量となり</p> | <p>本研究開発は共通基盤技術開発であるため、実用化・事業化を行う製品・サービスはオープンループ方式地中熱利用システムを設計する際に利用できる設計ツール・設計指針である。これらは研究開発期間終了後に無償公開する方向性</p> |

| | | | |
|--|----------------|----------------|---------------------|
| | ョンを行うツールを開発する。 | にくいために目標達成見込み。 | で検討を進めており、活用が見込まれる。 |
|--|----------------|----------------|---------------------|

参考資料 3

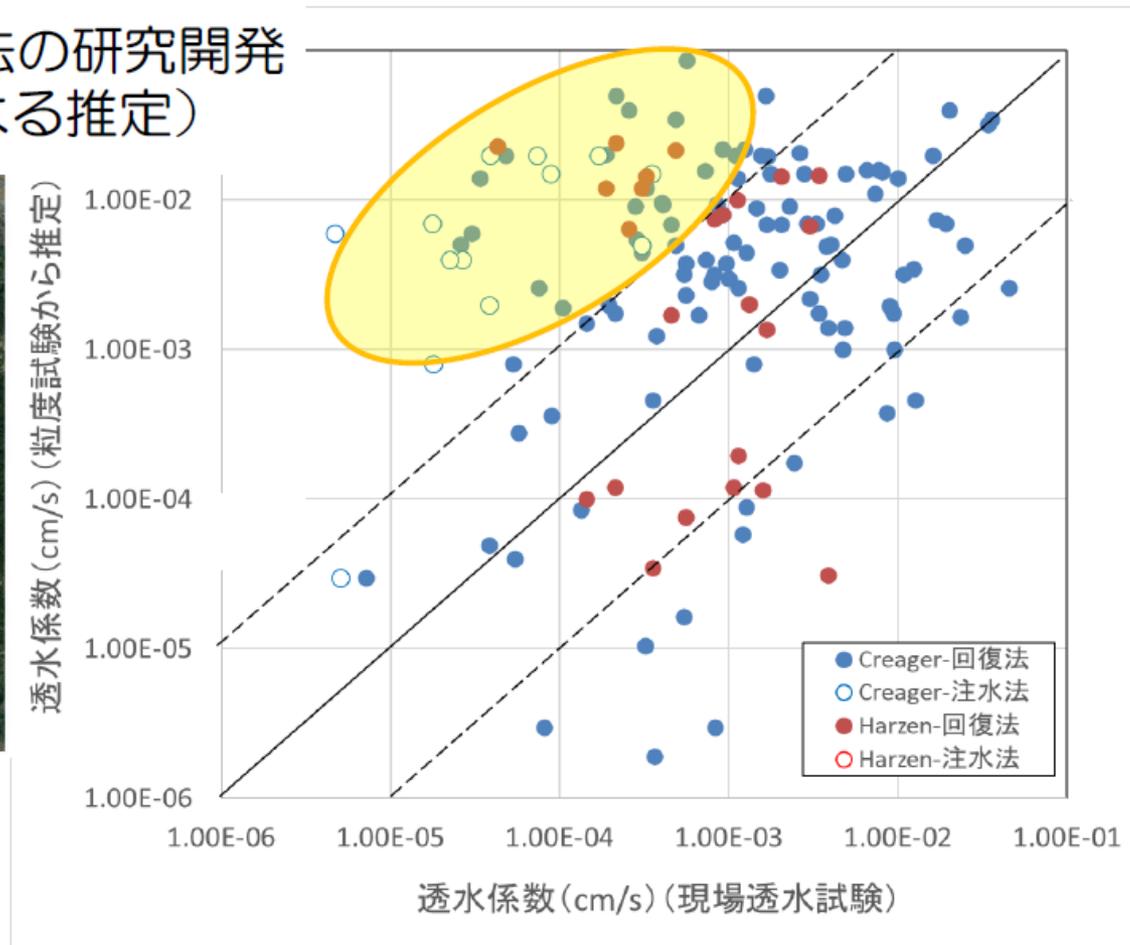
地下水揚水可能量予測手法の研究開発

1) 広域的な透水係数推定手法の研究開発 (既存ボーリングデータによる推定)



現場透水試験データがある
既存ボーリング調査地点

透水試験データ数 : 228
(ボーリング数 : 113地点)



※注※
それぞれの現場透水試験実施区間に含まれる (または近い深度の)
粒度試験の結果からの推定値

粒度試験の結果からの計算値の方が1桁以上大きい

参考資料 4

コスト削減へ向けた状況

①計画時

| 戸建住宅向け（出力 10kW 級） | | 現状 | 2023 年目標 | | 2030 年目標 | |
|-------------------|------|-------|----------|-----|----------|-----|
| | | | | 低減率 | | 低減率 |
| イニシャルコスト | 千円 | 3,900 | 3,145 | 21% | 2,700 | 30% |
| 地中熱ヒートポンプユニット | 千円 | 1,000 | 850 | 15% | 750 | 25% |
| ヒートポンプ設置・配管 | 千円 | 250 | 225 | 10% | 200 | 20% |
| 地中熱交換器 | 千円 | 450 | 360 | 20% | 330 | 28% |
| 掘削・設置 | 千円 | 1,800 | 1,350 | 25% | 1080 | 40% |
| 二次側設備 | 千円 | 400 | 360 | 10% | 340 | 15% |
| ランニングコスト | 千円/年 | 100 | 80 | 20% | 70 | 30% |

②現状

| | | 現状価格 | 2021年現状 | | 2030年目標 | |
|---------------|----|-------|---------|-----|---------|-----|
| | | | 目標価格 | 低減率 | 目標価格 | 低減率 |
| イニシャルコスト | 千円 | 4,400 | 3,750 | 15% | 3,070 | 30% |
| 設計 | 千円 | 500 | 450 | 10% | 350 | 30% |
| 地中熱ヒートポンプユニット | 千円 | 1,000 | 800 | 20% | 750 | 25% |
| ヒートポンプ設置・配管 | 千円 | 250 | 200 | 20% | 200 | 20% |
| 地中熱交換器 | 千円 | 450 | 450 | 0% | 330 | 27% |
| 掘削・設置 | 千円 | 1,800 | 1,450 | 19% | 1,100 | 39% |
| 二次側設備 | 千円 | 400 | 400 | 0% | 340 | 15% |
| ランニングコスト | 千円 | 100 | 90 | 10% | 80 | 20% |