

研究評価委員会
「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」(終了時評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2024年1月10日(水) 10:00~18:10

場 所 : ステーションコンファレンス川崎(オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	廣田 真史	愛知工業大学 工学部 機械学科 教授
分科会長代理	鹿園 直毅	東京大学 生産技術研究所 教授
委員	秋山 俊一	一般財団法人 省エネルギーセンター 業務統括役 技監(兼)省エネ技術本部長
委員	齋川 路之	一般財団法人 電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 研究アドバイザー
委員	首藤 登志夫	東京都立大学 都市環境科学研究科 環境応用化学域 教授
委員	竹内 敬治	株式会社NTT データ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティングユニット シニアマネージャー
委員	湯浅 裕美	九州大学 大学院システム情報科学研究院 情報エレクトロニクス部門 教授

<推進部署>

後藤 直彦(PM代理)	NEDO 省エネルギー部 主査
木下 宏一	NEDO 省エネルギー部 統括主幹
野田 佳保子	NEDO 省エネルギー部 主任
藤田 陽一	NEDO 省エネルギー部 専門調査員
笠原 宏併	NEDO 省エネルギー部 主任
米内 敏文	NEDO 省エネルギー部 主査

<実施者 メインテーブル着席者のみ>

小原 春彦(PL)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 上級執行役員 エネルギー・環境領域 領域長
宇都 浩三	(TherMAT:未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合 専務理事)
箕浦 忠行	一般財団法人 金属系材料研究開発センター (TherMAT:未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合 非鉄材料研究部長/事務局長)
町田 明登	株式会社前川製作所 技術企画本部 執行役員
工藤 瑞生	株式会社前川製作所 技術企画本部 技術研究所 開発推進グループ 主席研究員
淵上 英紀	株式会社前川製作所 技術企画本部 技術研究所 熱システム技術グループ 専任研究員
稲葉 健造	株式会社アイシン グループ技術開発本部 先進開発部 第1開発室 主任
田代 宗大	株式会社アイシン グループ技術開発本部 先進開発部 第1開発室 主幹
土田 建一	株式会社アイシン グループ技術開発本部 先進開発部 第3開発室 室長
松田 州央	株式会社アイシン CN 推進センター CN 技術開発部 CN システム開発室 室長
山本 寿英	マツダ株式会社 技術研究所 所長

種平 貴文 マツダ株式会社 技術研究所 革新研究創成部門 アシスタントマネージャー
新濱 誠 マツダ株式会社 技術研究所 次世代人間中心システム研究部門 車両システム研究
エキスパートエンジニア
久永 徹 マレリ株式会社 グリーン・テクノロジー・ソリューション製品開発部
グリーン・テクノロジー・システム開発センター グリーン・テクノロジー・システム事業本部
主管
田中 英郎 マレリ株式会社 実験研究センター管理部 / TTT
鈴木 基啓 パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社 ソリューション開発本部
電材&エネルギー開発センター 総括主幹技師
田中 洋介 美濃窯業(株)プラント部 技術課 アシスタントマネージャー
福島 学 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門
セラミック組織制御グループ 研究グループ長
石田 豊和 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 材料・化学領域 機能材料
コンピューショナルデザイン研究センター 主任研究員

<オブザーバー>

遠藤 竜司 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 省エネルギー課 課長補佐
中村 千晴 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 省エネルギー課 担当係

<評価事務局>

三代川 洋一郎 NEDO 評価部 部長
山本 佳子 NEDO 評価部 主幹
佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員
西尾 昌二 NEDO 評価部 主査

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 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋
 - 5.2 目標及び達成状況
 - 5.3 マネジメント
 - 5.4 研究開発項目ごとの成果
 - 5.5 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 産業用高効率高温ヒートポンプの開発、統合解析シミュレーション技術の構築
 - 6.2 熱マネジメントの研究開発
 - 6.2.1 車両用小型吸収冷凍機の研究開発
 - 6.2.2 熱マネジメントの研究開発
 - 6.2.3 電動車の熱量調査・次世代エネルギーマネジメントデバイスの研究開発
 - 6.2.4 蓄熱技術の研究開発
 - 6.3 断熱技術の研究開発
 - 6.4 熱電変換材料・デバイス高性能高信頼化技術開発
 - 6.5 計算科学およびデータベースの研究開発
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(評価委員、評価事務局、推進部署)

- 【廣田分科会長】 分科会長を仰せつかりました愛知工業大学の廣田です。専門は機械工学であり、特に熱工学を主としております。今日は一日どうぞよろしくお願いいたします。
- 【鹿園分科会長代理】 東大生研の鹿園です。専門は、冷凍サイクルの要素技術や SOFC 固体酸化物形燃料電池となります。よろしくお願いいたします。
- 【秋山委員】 省エネルギーセンターの秋山です。もともと川崎にある高炉の製鉄所で省エネ等のエネルギー管理をやっておりました。10 年前から省エネセンターのほうで中小企業を中心とした省エネ支援の仕事をしております。本日はプロジェクトの成果を拝聴できることを楽しみにしております。よろしくお願いいたします。
- 【齋川委員】 電中研の齋川です。私も、廣田分科会長や鹿園会長代理と同じく、機械の熱工学が専門でヒートポンプの研究開発をやっております。今回のプロジェクトにもヒートポンプがございまして、深くお話を伺えればと思っております。よろしくお願いいたします。
- 【首藤委員】 都立大の首藤です。私は応用化学の学科にありますが、出身は機械の熱工学、エネルギー利用、熱機関係、燃焼になります。現在の専門は、燃料電池やエンジン等の自動車の動力システム全般となります。どうぞよろしくお願いいたします。
- 【竹内委員】 NTT データ経営研究所の竹内です。2010 年にエネルギーハーベスティングコンソーシアムを設立し、その運営を 14 年間してきております。また、現在は熱電発電をはじめとするエネルギーハーベスティング技術の事業化支援を行っております。本日はよろしくお願いいたします。
- 【湯浅委員】 九州大学の湯浅です。専門は磁性体を使った材料デバイスの研究開発となります。また、その一つとして熱電材料の開発をやっておまして、その関係でこちらに参加しております。本日の発表を非常に楽しみにしておりますので、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.「プロジェクトの詳細説明」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

推進部署より資料 6 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。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。

それでは、ご意見、ご質問等を受け付けます。鹿園会長代理、お願いします。

【鹿園分科会長代理】 本プロジェクトは、経産省時代から非常に長きにわたる大きな取組だと理解しております。壮大なプロジェクトを取りまとめいただき、そして推進してくださった皆様にまず敬意を表したいと思います。また、まさにこの絵にあるように多くが助成に移り、あるいは自社開発に移っているといったところですが、ユーザーと本当の普及に向けたやり取りが今後とも重要と感じます。ユーザーにおいても、電化や燃料轉換といった将来の不確実性の中、まだ決断し切れていない時期でもありますし、この苦しい時期を何とか乗り切っていただき、今のうちにテクノロジーレディーの形にさせていただく。そして実際に投資をするときに間に合うように引き続き技術を磨いてほしいと切に願います。感想となってしまいましたが、今後とも頑張りたいという思いでおります。以上です。

【後藤 PM 代理】 ありがとうございます。今おっしゃっていただいたように、そもそも熱を利用できること

が世間にあまり知られていない状況下で今回開発をし、いろいろなものの装置としてこういうものができるといったところは非常に企業の刺激になっており、問合せ等も様々あるところです。また、脱炭素、CO₂削減という価値と新しい装置を入れることによる価値との差がまだまだ事業者は判断できないというところで、なかなか導入は現段階では難しいところもあると考えます。そこも含め、今後事業者様には開発を進めていただいて、日本だけでなく世界に誇れる脱炭素技術に発展したのなら非常にうれしい限りです。

【鹿園分科会長代理】 ありがとうございます。

【廣田分科会長】 それでは、ほかにいかがでしょうか。秋山委員、お願いします。

【秋山委員】 「未利用熱の有効利用」という目的の下、いろいろなテーマをうまくマネジメントしていただいて、NEDOに移られてからも8年間という長いテーマ期間でしたが、非常に成果を挙げられたものと理解しております。本当にありがとうございました。今、鹿園会長代理からもお話があったように、最初は未利用熱と省エネから入ったものと思います。そうした中、ここ数年で非常に情勢が変わってきてCNも加わりました。そういった意味で、今回研究開発されたテーマが今後2030年、そして2050年のCNに向けての要素技術開発の種として非常に期待されるものと考えます。

私は、常に事業者と接しておりますが、どうしても様々CNをしなくてはいけないといったところで「まずは省エネだ」というお話をいたします。しかし、省エネだけではカーボンニュートラルといった意味では限界があります。そういった意味では、今後カーボンニュートラルにするためには脱炭素をどうするのか。そうすると、再エネの電気という話になるのですが、その場合に、熱の中でまだまだ未利用熱がある。それをまず有効に活用してから、その上でどうしても使わざるを得ないものを電化する。又は非化石エネルギーの熱にしていくといった話をしております。今、事業者様のほうでもいろいろと模索状態だと思いますが、情報発信として、今後開発されたものが省エネやCNに展開していくことを地道に伝えていただければと思います。

また、第6次エネルギー基本計画であるとか、昨年4月に省エネ法が改正されたところでは、例えば排熱回収の対象としてバイオマスボイラーが対象になっております。従来で言えば、バイオマスボイラーは省エネ法の対象外でしたので、回収してもキロリッター換算ができなかったのですが、これから非化石エネルギーも省エネ法の対象になっていくといったところでは、そういったものの熱も含めて回収をすれば、よりキロリッター効果が上がっていくと思いますので、そのあたりもお願いできればと思います。以上です。

【後藤PM代理】 ありがとうございます。最初にNEDOのマネジメントに関してお言葉をいただきましたが、実際のところはTherMAT様にこちらの事業を受けていただきまして、非常に数多い事業者を取りまとめていただいたところが大変大きいところであり、TherMAT様には感謝をしております。また、研究成果も種のところから事業化といったところで確かにいろいろなものがございます。一方、事業化されたものの導入が思うように進んでいないといったところもありますから、今後はそうしたところのPRも含めてやっていきたいと思っております。実は、さきの12月に省エネルギーセンター様のウェブセミナーにおいて、私がこちらの成果報告及びPRをさせていただいたところでもあります。今後ともそういう機会がありましたら、積極的にやっていきたいと思っております。

【秋山委員】 ありがとうございます。

【廣田分科会長】 それでは、ほかにいかがでしょうか。竹内委員、お願いいたします。

【竹内委員】 スライドで示していただいているように、今回のプロジェクトは非常にスコープが広く、かつ足掛け10年という大規模なプロジェクトとなります。それを完結されたということで、関係者の皆様、本当にお疲れさまでございました。その上で、1点だけ伺えれば幸いです。今後のこういった国プロの進め方、在り方にも関係すると考えると、今回の足掛け10年というプロジェクトにおいて、外

部環境も目まぐるしく変われば、実施者企業の事業方針も変わる。人事異動もあるといったところで、その期間は長過ぎたか、短過ぎたか、ベストだったのかを NEDO 推進部及び PL からご感想としてお聞きできればと思います。

【後藤 PM 代理】 私は、関係してから浅いところですので、10 年間について適切に把握できていないかもしれませんが、内容によっては長くやらなくてはいけないものがありますが、例えば今回のヒートポンプは非常に難しいものですから、10 年というところで、ほかの事業者様と連携して研究を併せることも必要となります。ただ、目標を達成したものは、我々「早期に卒業」という言い方をしておりますが、先ほどの「世間/環境は変わる」というところと、開発状況に合わせながら変えていく。それは中間評価でいろいろ指摘をいただいたところも反映をしつつということになります。また、確かに 10 年になりますと、昔の担当者が見つからないであるとか大変な面もありますが、そこも NEDO の仕事であると考えます。中には、継続するというものもあり、物によって長いものもあれば短いものもあるといったところで、回答となっていないかもしれませんが、私はそう感じている次第です。

【小原 PL】 当初の経産省の委託事業から PL を担っている小原でございます。竹内委員から、大変重要なポイントをご指摘いただいたと思っております。まず、この期間においては、大きな環境変化が途中にございました。1 つは、先ほど秋山委員からもご指摘があったように、当初はパリ協定で温室効果ガスが 80% 減というところで走っていたものの、途中から完全に CN となりました。そういう意味では、省エネに対する期待がものすごく高まったところがございます。その一方、難しかった状況としては、当初、運用分野で特にハイブリッド自動車の燃費向上を念頭に置いていたのですが、急速に自動車分野の電化が進み、排熱が減っていきました。あるいは、そもそも排熱がないような状況になっているという点も外部環境としてあったところですが、しかし、それに対して、今回のプロジェクトをただ 10 年間やらせていただいたというわけではありません。ここにお示ししているように、非常にダイナミックに参画企業の入替えも含め、NEDO でマネジメントをしていただいたと思っております。参加企業の担当者も変わりましたが、組合が常にあるということで継続性を維持していただいたと考えます。そうしたところで、「10 年間に長かったか、短かったか」という問いに結論を出すのは非常に難しいのですが、10 年は非常に長い期間でありましたが、こういったプロジェクトというのは一つあると考える次第です。先ほど最初に後藤様のほうから紹介のあったスーパーヒートポンプや当時のサンシャインプロジェクトで得られた成果というのは、日本のその後の例えばエコキュートであるとか、いろいろな実用化につながってございます。そういった意味で、このような長期的な視点のプロジェクトというのは必要だと感じます。またその一方、やはり時々刻々とダイナミックに変わっていく環境に対応するためには、ある程度、短期的・集中的なプロジェクトというものを並立して行っていくことが必要ではないかという感想を持っております。雑駁な意見となりますが、以上でございます。

【竹内委員】 ありがとうございます。

【廣田分科会長】 確かにここ数年での環境の変化は非常に大きく、かつコロナがあってということで、なかなか顔を付き合わせて様々なディスカッションをすることもできない中、非常に苦しいところをうまくマネジメントしていただいたのではないかという印象を持っております。こうした環境の変化は今後も続いていくといいますが、大きな波が来るのか、なかなか難しいとは思いますが、NEDO としてはどのような感触をお持ちでしょうか。

【後藤 PM 代理】 脱炭素であるとか、そういったところで考えますと、あと残っているのは熱の利用になるので、そういう意味では今後とも非常にフォーカスされていくかと思っております。ただ、残っているのは非常に難しい種類といったところでは、どれだけ活用されれば本当に脱炭素に貢献されるかというところがございます。それで解決するのか、しない場合には何か違うところになってしまうのか、そうしたところが一つポイントになるのではないかという感想を持っております。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。そのほかいかがでしょうか。齋川委員、何かございますか。

【齋川委員】 質問となると細かい話になってしまうのでコメントになりますが、全体としてしっかり成果が出ているといったところで、今後の社会実装やアウトカム達成に向けてのフォローがすごく大事だと思います。プロジェクトが終わったから終わりということではなく、皆様重々ご承知だと思いますが、そのあたりをしっかりとやっていただきたく思います。実施者の皆様、10年間お疲れさまでございました。

【後藤 PM 代理】 ありがとうございます。後継のプロジェクトがない中、なかなか具体的なフォローは難しいところもありますが、先ほど申し上げた省エネ部の脱炭素プログラムというものがございます。そちらのほうに応募をいただいて、また開発が必要なところはそこで開発をしていく。それと併せて、PR活動の機会があれば行っていき、未利用熱が使えることを広報してまいる所存です。また、それに付随しまして、今月末の ENEX において、未利用熱に関係する出展は少ないものの展示させていただくことを予定しております。今後ともできる限りフォローをしていきたいと思っている次第です。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。ほかいかがでしょうか。首藤委員、何かございますか。

【首藤委員】 特に質問はございませんが、こういった重要な課題を幅広く網羅されたものが、すばらしい体制の下、まとまった予算及び年数で遂行されたことは非常に良かったと感じています。成果も非常によいものが出ていますし、例えば達成状況を拝見すると、熱電変換でコジェネの効率を5%上げたというのは、熱利用率のほうでも非常にブレークスルーがあったように思います。そうした点では、ここにあるだけではなく、ほかにもアピールポイントが多くあると考えますので、積極的に成果を発信し、いろいろな方に認知していただいて広がっていけばよいと思います。以上です。

【後藤 PM 代理】 ありがとうございます。今コメントをいただいたように、今回の成果はこれだけでなく、いろいろ発展していくということは必要でありますし、そういうポテンシャルもある技術だと考えております。そういうところのフォローも含め、できる限りやっていく所存ですので、よろしく願いたします。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。ほかいかがでしょうか。湯浅委員、何かございますか。

【湯浅委員】 私は、10年間のプロジェクトのうち最後の3年ほど関わらせていただいておりますが、非常に成果が出てきたところで拝見しており、アウトプットの多さに驚いたところがございます。そして、今回も製品化までいった技術があるということで、技術がよくても売れないということがよくある中で、実際にちゃんと売った実績、どのように販路をつくっていったかというのは、他のプロジェクトに対するロールモデルになるのではないかと感じたところです。また、ヨーロッパで売れたということですが、技術によって売れやすい地域があるとは思うものの、何かそこにフォーカスし、いろいろと工夫をなされたと考えますので、ユニバーサルにアドバイスできることがあれば、この後のプロジェクトに共有していただけると非常によいと思います。

【後藤 PM 代理】 今のお話は、ジョンソンコントロールズ空調様の冷凍機の話だと思いますが、こちらは海外ではヒートポンプ導入というものが今非常に積極的であり、特にロシアの燃料を依存しないことから電化となり、特に大きい物を入れるというプロジェクトが様々動いております。あちらは日本よりランニングコストを重視する、また新しい物を入れるというのは結構積極的ですし、スペースも多分あると思います。そういう点から海外は入っていきやすい状況でもあります。一方、少し技術開発と違うところで日本では導入のバリアになっているのではないかとこの点は、報告書等でも種々指摘されているものがございます。技術開発や販路というところではなかなか難しいところがあるのですが、どういうバリアがあるかというのは分かっているため、その対策として、大きくなってしまいましたが、日本全体で解決していくようなところを進めないと、未利用熱のよい製品が出来ても入れていただけない、利点は分かるものの入れ難いという点もありますから、そちらは徐々に普及していくと、

「では、ここでも入れよう」といった動きになると思いますので、そういう事例も含めて実績を積み重ねていくというのがこれから重要になっていくかと思っております。以上です。

【湯浅委員】 ありがとうございます。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。それでは時間が参りましたので、以上で議題 5 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

【湯浅委員】 九州大学の湯浅です。本日の中盤は、講義のため中座をさせていただきましたこと誠に申し訳ございませんでした。その上での講評となりますが、本日は貴重な成果を報告いただきましてどうもありがとうございました。10年間の大きなプロジェクトにおいて、関係の皆様への達成感であるとか、次へのフィードバックといった大きな思いがあるのではないかと想像いたします。また、前回の中間評価が初めての参加となりましたが、そのときには各テーマの最終ゴールまでのタイムラインと、その時点での皆様の立ち位置が理解しにくかったという点が個人的にございました。しかし、今回はその懸念がない状態で報告資料を拝見したところです。そもそもの最終ゴールの設定が大きく異なるテーマをよく束ねられてマネジメントされていたことと理解いたしますし、そのことだけでもハードルの高いプロジェクトだったのではないかと感じたところです。一方、本日後半の議論においても、ここが起因となった指摘があったと思うところもございます。システム側と材料開発側はそもそもカルチャーが大きく違っており、トップダウンで設計どおり進めるシステムと、ボトムアップでの要素が大きく、時々ジャンプアップする材料側とはなかなか話がかみ合わないことが多く、共同でものづくりすることは難しい、こういった場で一律な評価をすることも大変難しいと感じています。現在、私の所属の部局には「システム」という言葉が入っているのですが、もともと私は材料屋であったということから、企業に在籍しているときにもこの難しさは常々感じていたところです。そうした観点で、このプロジェクトはそういったハードルを抱えつつも、個別のテーマで非常に卓越した成果を蓄積されてきたということで、非常に評価されるプロジェクトであったのではないかと思います。私からは以上です。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。次に、竹内委員お願いいたします。

【竹内委員】 NTT データ経営研究所の竹内です。関係者の皆様、本日は大変お疲れさまでございました。詳細にご報告いただきまして、プロジェクトの成果をよく理解できました。このプロジェクトは非常に長期にわたり、かつスコープも非常に広いものであり、湯浅委員のおっしゃるようにマネジメントも大変難しかったものと思います。いろいろと具体的な成果が出てきて今後につながる道も多く見えて

いるので、今後ともこの成果の事業化に向けて進んでいただけたら幸いです。また、冒頭には「このプロジェクトの10年は長過ぎたのか、短過ぎたのか、ベストだったのか」という点で伺いました。テーマによっては長かったり短かったりという回答をいただきましたが、一つ一つテーマとスコープが違うものを束ねるべきか、ばらばらにやるべきかを考えながら今回の発表をお聞きいたしました。そうしたところで、熱関係のプロジェクトを一つに束ね、関係者が集まって議論ができるといった連携の成果も出ているということで、やはり一つにまとまるということは非常に意味があるという理解に至っております。今後とも国プロには長期かつ大型のものもあると思いますので、今回のプロジェクトのよいところ、そして課題点を生かしていただければと思います。NEDOのGI基金等も活用すると熱関係のプロジェクトができると思いますので、ぜひそちらのほうもご検討いただければと思います。以上です。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。次に、首藤委員お願いいたします。

【首藤委員】 都立大の首藤です。私はこのプロジェクトの最初から評価に関わらせていただいたのですが、10年間は短かったという思いもごさいます。実際にやられていた皆様にとっては苦労もあったかと思いますが、振り返ってみますと、中には達成度が非常に高く、早々に卒業されたテーマもございました。今回ご説明いただいた2021年度以降のテーマは、中でも課題が残っていて、やるべきことがあったということで、必ずしも全て完全によい結果というわけではないかもしれませんが、未利用熱といった非常に重要なテーマで網羅的に、かつ、これだけのテーマでやられたことはとても価値があると感じています。先日も別の委員会で述べたのですが、日本を支えている大きなプロジェクトは大抵自動車を応用対象にすることが多いと思いますが、今日の話聞いていても車に非常に使いやすい、燃費効率を上げやすいテーマもあれば、なかなかハードルが高いものもあるといった印象を改めて思った次第です。せっかくこういった予算を使ってやった成果ですので、車にこだわらずに使えるところは何でもよいので使って、費用対効果を高めて様々な場面で技術応用をしていただきたいと思います。本当にお疲れさまでございました。以上です。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。次に、齋川委員お願いいたします。

【齋川委員】 電中研の齋川です。本日は熱に関連したプロジェクトとなりましたが、熱というのは全てのエネルギーの行き着く先とっております。割と地味でなかなかプロジェクトとして目立たないといいますが、あまり関心を引かないものとも言えるのですが、そうしたところで未利用熱に焦点を当てられたプロジェクトですから、画期的な取組だったと私は思いますし、研究開発としての成果も目標を十分達成し、成果も出されている点を高く評価したいと思います。それから、今日は前回の中間評価以降の成果を詳しく聞きまして、それに関してもしっかりと成果が出ていたと感じておりますが、一方、成果は出ているものの、やはり社会実装に向けた今後の取組が非常に大事と考えます。これは実施者各社でやられることもあるでしょうし、NEDO プロでやっていただくこともあるでしょうし、いろいろなやり方でやっていかねながらも、それをぜひNEDOのほうでチェックしていただきたいと思います。最後に、今回は未利用熱でありましたが、私自身は未利用熱に限らず、熱利用全体において熱の質と量といった2つをしっかりと考えて理にかなった熱の使い方をする、そういうものを明示するようなプロジェクト展開を図ってほしいとっております。以上です。

【廣田分科会長】 ありがとうございます。次に、秋山委員お願いいたします。

【秋山委員】 省エネルギーセンターの秋山です。本日は、プロジェクトの全体と各テーマに関してプロジェクトに関わられた皆様からお話を伺いし、苦勞された点や重要性を改めて認識することができました。ありがとうございました。このプロジェクトは、冒頭の発表でもありましたように、2030年までの省エネの量として、基本計画の中でも期待されているテーマが多いかと思えますし、この8年間の成果が今後の実用化につながるものとして高く評価していきたいと考えております。あわせて、この8年間において省エネ法も改正され、評価軸が省エネだけではなく、非化石エネルギーへの転換であるとか、電気の需要の最適化といった3つになりました。また、テーマによっては、例えばバイオマスボイラーからの排熱回収であるとか、今日の話にもあったように、デマンドレスポンスへの対応といったことで実用化の対象がCNによって拡大するケースになるかと思えます。やはり熱についてはCNの中でなかなか解決策がない中、今回のプロジェクトの貢献が引き続き期待されるのではないかと思います。基本的な開発や技術の実証はされたかと捉えていますので、ぜひこれらの技術の活用に関してそれぞれの課題を解決していただきたいと思えます。本日はどうもありがとうございました。

【廣田分科会長】 ありがとうございました。次に、鹿園会長代理をお願いいたします。

【鹿園分科会長代理】 東大生研の鹿園です。今日はどうもありがとうございました。私も立ち上げの頃から関わらせていただいておりますが、本当に昨今のCNやサーキュラーといったところで世の中が非常に変わってきている中では、これまでの業界や学会の縦割り、シーズとニーズ、サプライヤーとユーザーといったところの情報の分断において、もう一度根本的に見直さなければいけないと思っております。いろいろな仮説に基づいてトライをして評価するというのは一見無駄に見えるかもしれませんが、これをやっていかなければいけないと思うとともに、そういう取組として TherMAT は非常に価値があったのではないかと考えています。やはり、これをここで終わりにするのではなく、次のトライアルを途切れることなく回していかなければ、なかなか新しいものは生まれてきません。熱の場合、先ほど齋川委員からもありましたように、原理・原則に基づくにしても現実の正解を見つけるのが非常に難しいと思えますので、いろいろなトライをして、チャレンジをして新しいものを生み出していくことを努力してやり続けなければいけないのではないかと考えております。本当に10年間にわたりまして大変お疲れさまでございました。ありがとうございました。

【廣田分科会長】 ありがとうございました。それでは、最後に愛知工業大学の廣田より講評いたします。今日は長い時間にわたりまして、どうもありがとうございました。10年間というのは非常に長いプロジェクトであり、10年前には想像しなかったような様々な環境の変化がここ数年で起きております。そうした意味では、このプロジェクトが立ち上がった頃よりも、さらに未利用熱の需要かつ重要性が増しているとも考えます。そして、今日のご発表を拝聴し、非常に技術的には素晴らしい成果が得られていることに対し感嘆している次第です。中には、市場投入が非常に近いようなプロジェクトから、もう少し時間がかかりそうなプロジェクトまであるかと思えます。一方、今の現段階としては、まだ研究レベルで物がちょうど完成しているといったところで、これが実際のフィールドに出てどのように性能が出て、そのデータをまたフィードバックし、実際に商業性を測れるというサイクルが非常に大事になってくると考えます。今日の最初のほうで、「日本は入れるときのコストが非常に大きなハードルになっており、なかなか最初に入っていく」というお話があったのですが、これはNEDOの範囲ではないのかもしれませんが、そういうハードルを下げるような努力というのも、これは実施者の方の努力がかもしれませんが、ぜひ心がけていただきまして、少しでも導入が進み、実際に取れたデータでまた改良

していくというようなサイクルを回していただけると非常に成果が挙がってくるのではないかと思います。10年間お疲れさまでございました。

【西尾主査】 委員の皆様、ご講評をありがとうございました。それでは、最後に実施者を代表しまして、小原PLより一言頂戴できればと思います。よろしくお願いいたします。

【小原 PL】 僭越ながら、私のほうから挨拶を述べさせていただきます。このプロジェクトは経済産業省からの直委託として2013年に始まりまして、ちょうど10年間になります。当初は「熱のテーマで10年間本当にできるのか」といった指摘をいただきながらスタートをいたしました。そして、委員の皆様から本日コメントをいただきましたように、様々な非常にバリエーションの広いテーマを取りまとめて行うということで、関係者の方々には大変ご協力をいただきました。経産省をはじめ、マネジメントに本当にご尽力いただいたNEDO様、そして技術研究組合の皆様にご感謝を申し上げたいと思います。あわせて、中間評価であるとか、中にはプロジェクト当初からご指導いただいた評価委員の先生方もおられます。心より御礼を申し上げます。

熱の問題は、齋川委員からお話があったように非常に難しい問題であります。今回取り上げたのは、広い熱領域の中の本当に一部の技術でしかないということも十分に理解しておりますので、このプロジェクトはこれで終わりますが、この取組はずっと続いていくと思っております。また、先ほど来の話にもありましたように、CNの非常に強い流れがある中、日本企業は特に省エネ機器に関しては相当強みがあると私は信じております。こう話しているだけでも10年間の思いがこみ上げてきてしまうのですが、冒頭に申し上げましたように、「スーパーヒートポンプ」のプロジェクトはエコキュートの実用化につながったこともございました。数年が経ったときに、今回のプロジェクトで開発された物が世の中に出てきてくれたのなら、それはプロジェクトリーダーとしての喜びでございます。それから、今回のプロジェクトが立ち上がったことにより、熱の大事さを非常に認識していただいたということで、NEDOの補助事業も進んでおりますし、JSTの大きなプロジェクトが立ち上がったのは、まさにTherMATがあったからだと思っております。そういった意味で、人材育成も含め、重要な取組であったと考えております。最後になりますが、本当に関係者の皆様に改めて御礼を申し上げます。ありがとうございました。

【廣田分科会長】 ありがとうございました。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

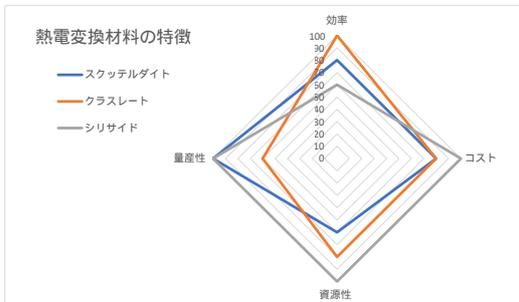
- 資料1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料4-1 N E D Oにおける技術評価について
- 資料4-2 評価項目・評価基準
- 資料4-3 評点法の実施について
- 資料4-4 評価コメント及び評点票
- 資料4-5 評価報告書の構成について
- 資料5 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 資料7 事業原簿（公開）
- 資料8 評価スケジュール
- 資料番号無し 質問票（公開 及び 非公開）

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。

研究評価委員会
「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」(終了時評価)分科会

質問・回答票(公開)

資料番号・ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可/非公開
資料5・P.19	冷凍機について事業化の実績があり、素晴らしいです。国内で販売されない理由はあるのでしょうか？	湯浅委員	日本国内についても、販売していない訳ではなく、リーフレットを発行し、お客様からの問い合わせもありますが、国内では排熱利用に対する関心が欧州などの海外に比べ高くないことや、実績が無いものは導入されにくいという面が大きいと思われます。今後、脱炭素の流れの中で、排熱を活用した吸収式冷凍機の需要が国内でも増えてくるとわれ、積極的に本製品の拡販に取り組み、早期に実績を作りたいと考えています。	公開可
資料5・P.25とP.27の項目	P.25に目標が2つ記載されています。P.27には3種の材料性能が個別の目標に対し記載されています。結局、2つの目標をクリアしたのはどれなのか、分かりませんでした。最初に記載された材料系は、そもそも目標には無いパラメータを達成したと書かれているように見えますが、これも成果になるのでしょうか。	湯浅委員	1つ目の目標の前半が、クラスレート系に関する目標で、受熱温度200～600の条件で使用可能な発電効率15%以上を有するモジュールの開発を行った結果です。 1つ目の目標の後半が、スクッテルダイト系に関して、受熱温度600の条件でモジュールの出力密度は2W/cm ² と発電ユニットの出力200Wを達成しました。 2つ目の目標に対しては、シリサイド系の材料を搭載した熱電変換モジュールを使用して実証試験を行い得られた成果になります。	公開可
資料5・P.49	成果である3種の材料系の位置づけが分かりにくいです。いくつかの性能に対し得意・不得意があるものと思いますが、それが明記されておらず、どの利用シーンにどの材料を使うべきか、分かりませんでした。レーダーチャートに纏まると業績として認識しやすいように思います。	湯浅委員	特徴の概要が分かるようレーダーチャートを作成しました。 	公開可
資料5, p.48	目標値であるCOP3.5は定格運転時の値と推察しますが、工場に導入した場合には年間平均でどの程度のCOPが見込めそうでしょうか？シミュレータで検討されていれば示して下さい。	廣田分科会長	本ヒートポンプは80程度の未利用熱を熱源としており、外気温の変化による性能への影響は小さく、年間を通してCOP3.5が見込めますが、設置環境により配管等の放熱分が影響し、10%程度の性能低下が発生する可能性があります。	公開可
資料5, p.49	3種類の熱電変換材料について開発を進められていますが、それぞれの材料の特徴と想定している応用先について説明して下さい。	廣田分科会長	クラスレート系については、工場、動力機等の排熱回収を応用先として想定しています。 スクッテルダイト系については、受熱温度600以下の広い温度範囲で熱電発電することができ、比較的高い発電性能を有します。試作した熱電変換モジュールは高温600/低温50条件下の出力密度、変換効率、耐久性がそれぞれ2W/cm ² 、9%、10,000hを達成しました。応用先は工場排熱発電、エネルギーハーベスティング、自動車排熱発電等を想定しています。 シリサイド系では、300～500の温度域での廃熱を活用できます。材用の特徴としては、環境低負荷・低コスト・資源豊富なシリコンを主原料としています。高効率化が課題であるが、シリコンベースの半導体バンドエンジニアリングを使って、性能を高められるポテンシャルを有しています。本プロジェクトで実証したガスエンジン(ガスコージェネレーション)や産業機器(脱炭素向けのグリーンテックプロダクト)の廃熱利用を想定しています。	公開可

資料5, p.50	車載向け小型吸収冷凍機もハイブリッド車で評価されたのでしょうか？車速により変化する排熱を蓄熱するシステムで冷房能力を安定化させたとありますが、車速変化はどのような基準で与えたのか説明して下さい。また、走行中は常に2.8kW以上の冷凍能力が確保できたと理解してよろしいでしょうか？	廣田 分科 会長	小型吸収冷凍機はディーゼルエンジン車で評価しました。車速変化はJE05燃費計測走行モード（都市内走行、都市間走行）に従い、シャシダイナモにて与えました。2.8kW以上の冷凍能力が見込めない車速まで低下した場合に、高車速走行時の余剰熱を蓄熱した熱量に応じた冷凍能力の補助可能な時間内は冷凍能力を安定して確保できました。	公開可
資料5のP23	開発成果による市場創出効果の金額は、プロジェクトを実施した場合と実施しない場合の差分となっているか？	竹内委員	本PJの成果に対する市場を算出していますので差分とはなっていません。一部の成果は既存の技術の代替を狙ったものではありますが、未利用熱の活用という観点から新しい市場の創出となる部分が大きいと考えています。	公開可
資料番号5・質問箇所P13	アウトカム達成までの道筋の内容で、下段に、委託事業 助成事業 各事業者にて実施する実用化へのフェーズ移行は進捗状況に合わせ、早期自立化を達成と記載があります。その中で、例えばNEDOの実用化に向けた補助事業などに提案・採択されてテーマはあるでしょうか。（例えば、「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」など）	秋山委員	産業用高効率高温ヒートポンプに関して、2023年度追加公募の「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」に前川製作所から提案された「グリーン冷媒を用いた産業用大温度差加熱高温ヒートポンプの開発」が採択されました。その他の研究に関して、2024年度の応募を検討されている事業者もあります。	公開可
資料番号5・質問箇所P14	資料の中で、実施者による知財管理の内容が記載されています。本事業（委託）及び助成の中で、得られた知財については、商品化の際に使用できるという認識でしょうか。またその際は無償で使用できるのでしょうか。ご教示ください。	秋山委員	自己実施：商品化の際に使用可能、無償 他組合員の知財：商品化の際に使用可能（要承諾）、有償（協議で決定） 委託事業で取得した知的財産権は、NEDOの約款および組合の知的財産権取扱い規程により、各実施者（各組合員）に帰属します。 従って、各組合員が自社の保有する特許を自己実施する場合は、無償で自由に実施可能です。 一方、組合員が委託事業で取得した特許の実施に当たり、他組合員が本委託事業で取得した特許の使用許諾を求めた場合、特許保有組合員は、合理的な拒否理由がある場合を除き、組合事業の事業化の範囲内で、原則実施許諾を行なうことが定められています。 実施許諾する場合において、実施の範囲、実施料その他の事項については、当事者間の協議により定めるものとなっています。 なお、助成事業で取得した特許については、上記の規程は適用されないので当事者間の協議により許諾の可否は決めることとなります。	公開可