

NEDO Information

幕張メッセで3年ぶりにリアル開催された「CEATEC2022」に出展しました。

NEDOブースでは、2022年10月18日(火)～21日(金)の3日間、幕張メッセで開催されたCEATEC2022に出展しました。「社会に実装されるNEDOのIoT技術」をテーマに、プロジェクトの成果がどのような新たな価値やサービスを創出し、「暮らし」や「はたらき方」がどのように変わるかについて、実際にデモなどを体験していただきながら紹介し、多数の来場者を集めました。



ブースでの展示内容は、NEDO Channel「CEATEC2022 NEDOブースのみどころ」にてご覧いただけます。

動画はこちら
<https://www.youtube.com/watch?v=0zqrNZsvFbc>



社会に実装される NEDOのIoT技術

インタビュー動画

Outside of Focus

アウトサイドオブフォーカス

未利用熱エネルギーの革新的活用技術開発プロジェクトについて、小原春彦プロジェクトリーダーと原充統括主幹にお話を伺いました。



<https://webmagazine.nedo.go.jp/pr-magazine/focusnedo87/>

NEDOイベントカレンダー

2 Feb 1日(水)～3日(金)
 第17回 再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム
 東京ビッグサイト

1日(水)～3日(金)
 ENEX 2023
 東京ビッグサイト

1日(水)～3日(金)
 nano tech 2023
 東京ビッグサイト

NEDO's SNS お役立ち情報を発信しています。チェックしてみてください!

YouTube



<https://www.youtube.com/channel/UCd40TUB8A9PldNs-vx5t8g>

NEDOが取り組む技術開発を分かりやすく紹介する動画や、ピッチイベント、セミナー、デモンストレーション等の映像を掲載しています。チャンネル登録、よろしくお願ひします!

Twitter



https://twitter.com/nedo_info

NEDOからお知らせするニュースリリースや公募、イベント情報等、さまざまな最新情報を発信しています。ぜひ、フォローをよろしくお願ひします! #NEDOでも検索してください。

Facebook



<https://www.facebook.com/nedo.fb>

NEDOの事業内容や成果、最新のニュース、イベント情報等幅広くお届けいたします。ぜひ、フォロー・いいね!・シェアをお願いします!

focus NEDO

エネルギー 環境・産業技術の
 今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の広報誌「Focus NEDO」は、NEDOが推進するエネルギー・環境・産業技術に関するさまざまな事業や技術開発、NEDOの活動について、ご紹介します。

●本誌のお問い合わせはこちらまで。

E-mail: kouhou@ml.nedo.go.jp 「Focus NEDO」編集担当宛て

皆さまの声を、お聞かせください!

読者アンケート

本誌をお読みいただいた感想をお聞かせください。頂いた感想は、今後の広報誌等制作の参考とさせていただきます。



focus NEDO

フォーカス・ネド No.87 January 2023

発行: 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 ミューザ川崎センタービル7階 TEL: 044-520-5152 E-mail: kouhou@ml.nedo.go.jp 編集: 広報部 編集長: 佐々木 淳

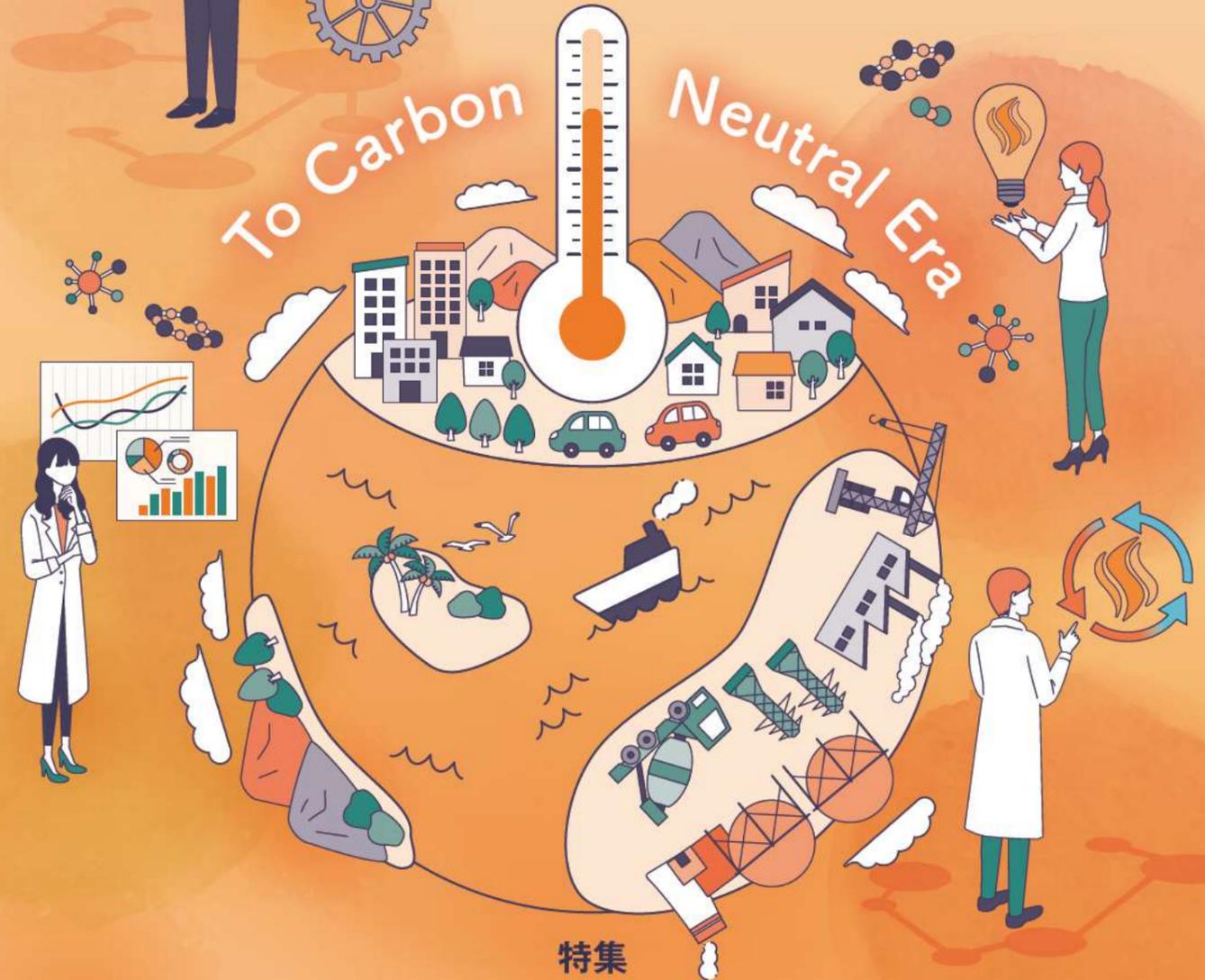


focus NEDO

2023 No.87 Web版



エネルギー・環境・産業技術の今と明日を伝える【フォーカス・ネド】



省エネ・脱炭素への道をひらく 未利用熱エネルギー活用技術

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

CONTENTS

02 PICK UP NEWS

カーボンリサイクル技術の開発に多方面から挑む、日本初の実証実験拠点が完成。

04 特集

省エネ・脱炭素への道をひらく 未利用熱エネルギー活用技術

- 06 エネルギーの最終的な姿である熱を最大限に活用することで省エネルギーと脱炭素に貢献し日本の競争力向上につなげたい。
- 08 15業種全国1273事業所の排熱実態を調査
一般財団法人省エネルギーセンター
- 09 10℃前後の熱需要に応える蓄熱技術で、
省エネルギー化を実現
パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社
- 10 世界最高レベルの気孔率98%を達成、
高強度・高耐熱のファイバーレス断熱材を開発
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
- 11 ファイバーレス断熱材と周辺部材の合わせ技で
工業炉の高効率化・省エネルギー化へ
美濃窯業株式会社
- 12 工場等の排熱を有効利用するため
最高加熱温度200℃のヒートポンプに挑戦
株式会社前川製作所
- 13 廃棄されていた低温度排熱を利用
大型冷房や地域熱供給への活用促進へ
ジョンソンコントロールズBEジャパン
- 14 電気駆動車の熱課題の解決につながる、
高精度な自動車の熱流れモデルを開発
マツダ株式会社
- 15 多様なxEVに最適なデバイスを選定できる
車両熱計測技術を開発
マレリ株式会社
- 16 環境共生型社会の実現に向け
変換効率15%の熱電変換に挑む
古河電気工業株式会社
- 17 簡単入力で導入効果を見える化！
産業用ヒートポンプシミュレーター
一般財団法人 金属系材料研究開発センター／
早稲田大学
- 18 Promising NEDO Startups
スタートアップ支援のその先へ
モビリティエナジーサーキュレーション株式会社
株式会社Eサーモジェンテック
- 20 NEDO Information

エネルギー・環境・産業技術の 今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の広報誌「FocusNEDO」は、NEDOが推進するエネルギー・環境・産業技術に関するさまざまな事業や技術開発、NEDOの活動について、ご紹介します。

※新型コロナウイルス感染症対策をし、撮影時以外はマスクを着用しています。

Editor's Voice — 広報部より

今 号は省エネ・脱炭素の実現を下支えする「未利用熱エネルギー活用技術」の特集です。熱の研究開発について体系的にまとめています。ぜひご覧ください。

【3つのカーボンリサイクル実証研究拠点】

①実証研究エリア

屋外の敷地にCO₂等を供給するインフラを整備。事業者がそれぞれ必要な設備を設置し、カーボンリサイクル技術の経済性やCO₂削減効果等を評価するための実証研究を行う。

②基礎研究エリア

六つの研究室からなる基礎研究棟と、分析室や会議室を備えた共用棟で構成。将来のカーボンリサイクル技術の要素技術の確立に向けた基礎研究・先導研究を行う。

③藻類研究エリア

微細藻類の培養・分析に必要な設備を完備。微細藻類を原料とするバイオジェット燃料の製造技術確立を支援する測定・分析手法や条件設定等の標準化に取り組む。



発電所から排出されるCO₂をカーボンリサイクルの研究に活用

カーボンリサイクル技術の開発に多方面から挑む、 日本初の実証実験拠点が完成。

二酸化炭素を資源として有効活用するカーボンリサイクル技術は、世界が目指すカーボンニュートラルを実現するためのキーテクノロジーであり、その研究開発をさらに加速する必要性はますます高まっています。多くのエネルギーを火力発電に頼る日本では、最先端のCO₂削減・回収技術が進んでおり、さらに回収したCO₂を製品化して有効活用する技術の研究開発も進められています。

NEDOと大崎クールジェン株式会社は、石炭ガス化複合発電とCO₂の分離・回収技術を組み合わせた次世代火力発電の実証実験を、大崎発電所内（広島県大崎上島町）で行ってきました。さらに、カーボンリサイクル技術の確立に向け、2020年から同地においてカーボンリサイクル実証研究拠点の整備に着手し、順次運用をスタート。2022年5月にすべ

でのエリアが完成し、本格的な運用を開始しました。

今回の実証実験拠点は、隣接する大崎発電所での実証研究で分離・回収したCO₂をパイプラインで直接供給し、カーボンリサイクル技術の研究に利用できる日本初の施設となります。将来、実用化された時と同等の条件下で研究開発や実証試験ができることが大きなメリットです。

総敷地面積 14,300 m²の本実証研究拠点は、「実証研究エリア」「基礎研究エリア」「藻類研究エリア」の3つのエリアからなり、現在、実証研究エリア・基礎研究エリアでは「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発事業」、藻類研究エリアでは「バイオジェット燃料生産技術開発事業」が進められています。

本実証実験拠点の整備により、日本が誇る世界最先端の

カーボンリサイクル技術の研究開発を効率的・集中的に進め、早期の実用化を目指します。同時に、本拠点を「ショーケース」として世界中にアピールし、海外の研究者との情報交換や連携を促進します。NEDOは、次世代火力発電とカーボンリサイクル技術の実用化を進め、カーボンニュートラルの実現に貢献します。

NEDOのニュースリリースはこちら

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101568.html



特集

省エネ・脱炭素への道をひらく

未利用熱 エネルギー活用技術

工場や自動車、生活から出る再利用可能な熱。
現在は環境中に捨てられている、この膨大な未利用熱エネルギーを
削減し、あるいは有効利用するために、
NEDOは中長期の視野で研究開発を後押ししています。

捨てられている熱 「未利用熱エネルギー」を有効活用するために

エネルギーは最終的には熱となって環境中に捨てられます。日本で消費されるエネルギーのうち、半分以上が有効活用されず、熱として捨てられているといわれています。

日本は、2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにするため、エネルギー転換を図り、技術開発を進めています。この高い目標を達成するためには、一次エネルギーの大半に相当し、利用されずに熱として排出される「未利用熱エネルギー」を有効活用することが重要なポイントになっています。

NEDOは、2015年度から「未利用熱エネルギーの革新的

活用技術研究開発」プロジェクトに取り組み、2023年3月に事業終了を予定しています。

このプロジェクトでは、未利用熱エネルギーを効果的に利用するため、「熱」の削減（Reduce：断熱、遮熱、蓄熱）、「熱」の再利用（Reuse：ヒートポンプ技術）、「熱」の変換利用（Recycle：熱電変換、排熱発電）を行うための技術を開発するとともに、これらの技術を統合的に推進する熱マネジメント技術の開発を行うことで、産業分野、運輸分野、民生分野におけるさらなる省エネルギー化を目指しています。

未利用熱エネルギーは、効率的な回収やエネルギー変換ができれば、一次エネルギー削減に大きく貢献できます。しかし、ほとんどが環境中に放出されているためエネルギーを取り出すことや貯蔵が難しく、かつエネルギー密度が低い



で輸送のコストがかかるといった、技術的な課題を克服する必要がありました。

これまで工場や自動車、生活の場から排出されていた熱を、必要な場所で必要な時に利用するためには蓄熱技術が必要不可欠です。また、捨てられている熱そのものを減らすことは省エネルギーの基本であり、断熱技術はそのベースになります。一方で、その熱を私たちの生活に広く利用するためには、やはり電気という使いやすい形に変換することも求められています。

海外でも開発競争が激化し、欧米、中国等で産学官が一体となったプロジェクトが積極的に展開されています。こうした中、NEDOは未利用熱エネルギーの高度利用を目指して多様な業種の企業が所属している TherMAT (未利用熱エネル

ギー革新的活用技術研究組合)等と、さまざまな技術開発に取り組んできました。

このプロジェクトでは、すでに製品化された車載向け小型吸収冷凍機や、世界で初めて開発に成功した汎用元素のみで構成する熱発電モジュール、また、高強度・高断熱特性を備えたファイバーレス断熱材料、ヒートポンプ導入効果を定量評価できる産業用ヒートポンプシミュレーターなど、社会実装に向けた成果が着々と報告されています。

次ページからは、未利用熱エネルギーの技術開発に関する対談や、それぞれの技術開発の成果について紹介します。

PROJECT LEADER INTERVIEW

未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発
プロジェクトリーダー



小原 春彦

OBARA Haruhiko

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 執行役員 エネルギー・環境領域 領域長。博士(工学)。1987年東京大学大学院 工学系研究科 物理学専攻課程修了後、工業技術院電子技術総合研究所、ジュネーブ大学凝縮物性学科研究員を経て、2001年独立行政法人産業技術総合研究所へ。2021年4月より現職。専門は熱電変換、超電導材料技術。

INTERVIEWER



原 充

HARA Mitsuru

NEDO 省エネルギー部 統括主幹

エネルギーの最終的な姿である**熱**を最大限に活用することで省エネルギーと脱炭素に貢献し日本の競争力向上につなげたい。

一次エネルギーの約6割にもおよぶ未利用熱エネルギーを有効利用することは、省エネルギー化と脱炭素社会の実現に大きく貢献する技術です。
本プロジェクトの意義や進捗、今後の展望を小原 春彦プロジェクトリーダーに聞きました。

未利用熱エネルギーの有効利用に取り組んだ10年

原 小原PLがプロジェクトリーダーに就任されたときのお気持ちを聞かせてください。

小原 私の専門分野である熱電変換は、未利用熱エネルギーを活用する技術の一つとして注目されていましたが、2008年にNEDOの調査に参加した際、未利用熱を最大限に活用するためには熱マネジメントも含めたトータルな取り組みが必要だと痛感しました。そこにこのプロジェクトのお話があり、役目の重さと同時にやりがいを感じて引き受けました。

原 10年の間には、社会の課題やニーズも変化してきたと思います。

小原 例えば、想定以上に自動車の電動化が進んだり、産業用ヒートポンプへの期待が高まったり、それに応じて取り組みのウエイトを大胆に組み替えたこともありました。都度NEDOの担当者がよくコントロールしてくれたと思います。

原 TherMAT (未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合) もうまく機能しましたね。幅広い分野の企業、大学、研究機関が小原さんのリーダーシップの下で調整しながら、全員で取り組んできたという印象です。

小原 プロジェクトが中盤にさしかかった頃、TherMATのワーキンググループで自動車メーカーが実際の車両のデータを開示し、それに対して参画企業がそれぞれの技術を投入することでどれくらい効率化できるかシミュレーションしたことがありました。これなどはチームワークの良さを感じる出来事でした。

原 小原さんがフットワークよく調整される一方、求心力も発揮されたおかげです。国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (以下、産総研) という公的機関に所属されていることも、みんながベクトルを一つにできた要因だと思います。

小原 ピーク時には10数校におよぶ大学の協力もありました。まさに産学官の連携が図れたことで研究開発が進んだと

いえるでしょう。

カーボンニュートラルの実現と日本の競争力向上へ

小原 プロジェクトの目的は社会実装ですから、熱を有効活用するのはもちろん、製品やサービスとして需要があるものにすることが重要です。幸い、遮熱フィルムなど、プロジェクトの終了を待たずに実用化できたことは大きな成果でした。特に吸収冷凍機は欧州で採用される事例が増えていると聞いています。

原 社会実装・実用化のためだけでなく、あえてより高い目標を立て、挑戦したこともこのプロジェクトの特徴でした。その中でプロジェクトの早い段階で商品化できたことは高く評価されるでしょう。

小原 カーボンニュートラルを実現する最も効果的な方法は、やはり使うエネルギーを減らすことにつきます。未利用熱エネルギーの活用はその有力な手段であり、このプロジェクトから生まれた技術が世に出ることで、経済を減速させることなく地球環境問題の解決に貢献できると考えています。さらに日本の技術力の高さを示すことで、次の世代に良い環境を手渡すことにつなげたいと思っています。

原 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、未利用熱エネルギーの活用のための技術開発を行い、実用化・社会実装を進めていくことが今後も大事だということですね。ありがとうございました。

インタビュー動画を公開中!



動画はこちらからチェック!



PMより一言



PROJECT MANAGER

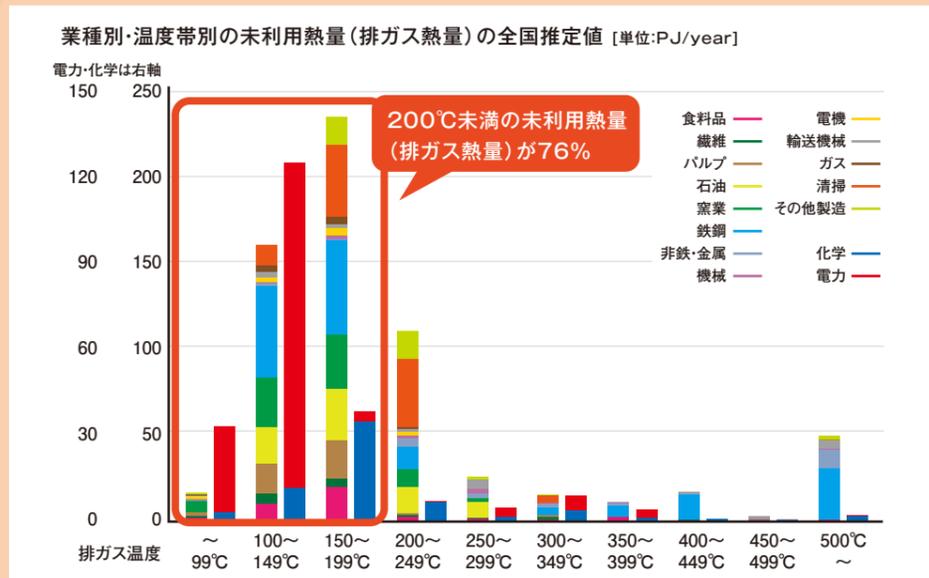
岩坪 哲四郎 NEDO 省エネルギー部 特定分野専門職

2020年から四代目PMを務め、このプロジェクトに最後まで関わられることは喜びであると同時に、これまでマネジメントを継続してくださったPMの方々と、プロジェクト期間にご指導いただいた小原PLへの感謝の気持ちでいっぱいです。プロジェクト終了後は、NEDOのサポート・実施者の方々と共に、実用化・社会実装を目指します。

Reduce

排熱実態調査

工場設備の排熱実態調査報告書



15業種全国1273事業所の排熱実態を調査

200°C未満の温度帯を利用することが新技術の中心的な課題だと判明

NEDOと国立研究開発法人産業技術総合研究所(産総研)は、どのような技術開発を行えば、未利用熱エネルギーの有効活用ができるかを探るため、2014年から2017年にかけて生産現場での排熱の実態調査を行いました。調査では、15業種全国1273事業所を対象に未利用熱排出・活用状況に関するアンケート等を実施し、その結果を2019年3月、報告書にまとめました。

ベンチマークにしたのは2000年度に一般財団法人省エネルギーセンターが実施した工場群のエネルギーシステムに



平野 聡氏
一般財団法人省エネルギーセンター
調査・ソリューション本部
調査部 部長

関する調査です。当時、産総研 省エネルギー研究部門の総括主幹として調査にあたった平野 聡氏は「その調査から10数年経って、生産現場の排熱の状況がどう変化しているか、また技術を導入する際の障壁を調べ、プロジェクトの技術開発に役立てることを目指しました」と語ります。企業にとって排熱のデータは秘匿性が高く、調査には各方面の協力が必要でした。その点について平野氏は「NEDO事業だから、信頼して機微に触れる情報をご提供いただけたのだと思う。皆さんの協力なしでは成り立たない調査でした」と話します。

調査の結果、未利用熱量の76%を占めるのが200°C未満の比較的低温域であることや排熱を回収して利用する機器が多く現場で導入されていることなどが分かり、また、新技術の導入に対する心理的バリアは小さいものの、導入を妨げる要因としてコスト面の問題と認知度や人材の不足といった課題も判明しました。

「生産現場の声と研究開発の方向性を橋渡しすることが使命だと考え、調査ではアンケート以外に、現地調査も精力的に行いました。実際の研究開発も、この調査結果を基により現実に即したものになったと聞いています」と平野氏。

たくさんの方々の協力によって得られた成果は、未利用熱活用技術の開発ストーリーの中でマイルストーンとしての役割を果たすことになりました。

Recycle

蓄熱

高密度蓄熱システム(低温用)の研究開発

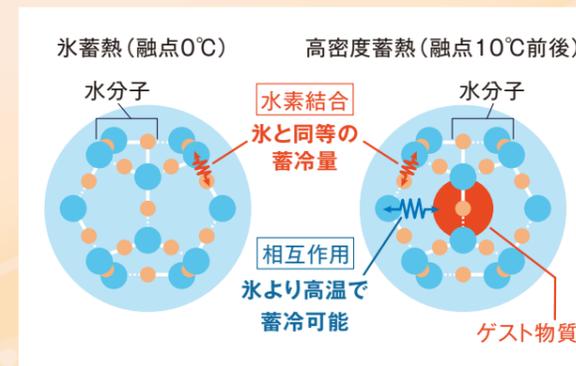
10°C前後の熱需要に応える蓄熱技術で、省エネルギー化を実現

従来材料の2倍の蓄熱密度を達成
氷蓄熱に比べ約30%の省エネルギー効果

NEDOとパナソニック株式会社エレクトリックワークス社は、低温用の高密度蓄熱技術の開発に取り組んでいます。産業分野では、これまで低温用の蓄熱材は氷蓄熱しかなく、冷凍機で0°C以下に冷却する必要がありました。しかし、10°C前後の熱需要も多く、その温度帯で蓄熱できれば冷凍機の運転を省エネルギー化できます。また、夜間電力を利用して蓄熱すればピークシフトにも貢献できます。

実用化に向けては、過冷却現象のため冷却温度を下げる必要があり、冷却コストの上昇等の課題がありました。プロジェクトでは、過冷却のメカニズムを解くため大学研究室と共同で基礎研究にも取り組み、氷よりも高い温度で蓄熱できるクラスレートハイドレートの開発を目指しました。

同社総括主幹技師の鈴木 基啓氏は「NEDOプロジェクトということで国内の知見豊富な大学の先生方と共同研究でき、分析やシミュレーションでも協力をいただいたことで、開発を加速することができました」と話します。



水分子の籠構造の中にゲスト物質を包摂したクラスレートハイドレートを開発。



高密度蓄熱システムを食品製造プロセスに適用した際のイメージ模型。

現在は食品製造プロセスへの適用を想定した模擬システムを構築し、5~6°Cで固体になり、理論通りの蓄熱量になることが確認できました。

蓄熱モジュールの開発を担当した主任技師の竹口 伸介氏は「過冷却の理論をおさえたことはモジュールの開発にも役立ちました。今後は実際にユーザーの現場での検証を行う必要があり、模擬システムとの差をどう埋めていくかが課題です」と言います。

蓄熱材料の開発にあたった同社主幹技師の町田 博宣氏は「クラスレートハイドレートはゲスト物質によって2°Cから30°C弱まで温度帯をデザインできます」と用途の広さを語り、鈴木氏は「再生可能エネルギーの導入が進んだとき、電力を熱として蓄えることで需給バランスを調整するニーズにも応えられる」と蓄熱技術の将来性に期待を込めました。



山口 泰弘氏(写真左) パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社 スマートエネルギーシステム開発部 部長
町田 博宣氏(写真中央) パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社 スマートエネルギーシステム開発部 主幹技師・博士(工学)
松林 成彰氏(写真右) パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社 スマートエネルギーシステム開発部 渉外担当

竹口 伸介氏(写真中央左) パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社 スマートエネルギーシステム開発部 主任技師
鈴木 基啓氏(写真中央右) パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社 スマートエネルギーシステム開発部 総括主幹技師・第二課課長

Reduce

断熱

高強度高断熱性多孔質セラミックスを用いた省エネルギー炉の研究開発

世界最高レベルの 気孔率98%を達成、 高強度・高耐熱の ファイバーレス断熱材を開発



従来品(上)と開発品(下)の外観写真。
従来品の重量が2.9kgであるのに対し、開発品の重量は370gであり超軽量。

トレードオフである気孔率と高強度を両立 焼成炉からの排熱量50%削減を目指す

セメントやセラミックス等の産業分野で、1000℃以上で使われる焼成炉に投入される熱エネルギーのうち、製品加熱には2%程度しか使用されず、約98%が未利用熱として廃棄されています。これらを削減するために、高温で使用できる高断熱材の開発が求められています。これまで広く用いられてきたファイバー系断熱材は強度が低く発がん性も指摘されており、一方で、強度の高いレンガは熱伝導率を左右する気孔率が低いことが課題となっていました。

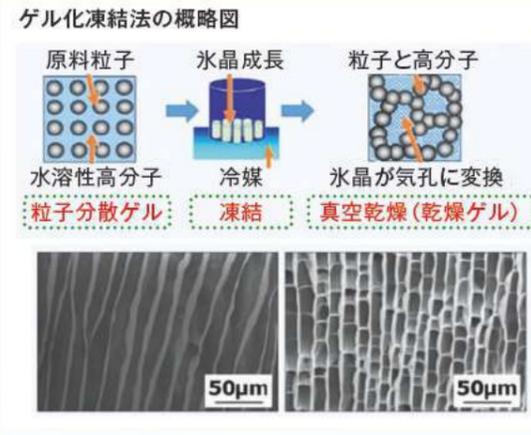
NEDOは、産総研、美濃窯業株式会社と共に、高強度と高断熱を両立する新たなファイバーレス断熱材の開発を進めてきました。

プロジェクトでは、2008年に産総研が開発した「ゲル化凍結法」を採用。セラミックスの粒子を分散させた水分率

99%のゲルを凍結し、乾燥・焼成することで、世界最高レベルとなる98%以上の気孔率を持つ断熱材を得ることができました。また、熱伝導率が低く、強度の高いムライトの粒子を用いた断熱材を作製し、15MPa以上の高圧縮強度、0.25W/m K以下の熱伝導率、1500℃での耐熱性を達成しました。さらに、魚類由来の不凍タンパク質 (AFP) を添加することで、より均一かつ細密な気孔を実現しました。産総研の福島 学氏は、「工業炉は成熟した技術とされ、イノベーションが遅れている分野でしたが、NEDOプロジェクトでこの分野に一石を投じることができたことは有意義でした」と振り返ります。NEDO省エネルギー部の岩坪 哲四郎PMは「高い目標に向かってチャレンジできたことで、技術の裾野が広がっていくと思います。今後も社会実装に向け、NEDOとしてもサポートしていきたい」と話します。福島氏は「鉄鋼や金属など、窯業以外の未利用熱の分野にも普及させていきたいですね」とさらなる展望を語りました。



福島 学氏
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 博士(工学)

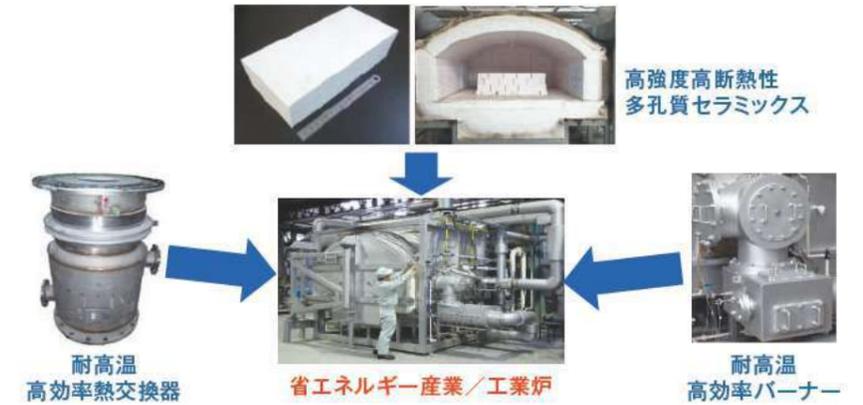


Reduce

断熱

高強度高断熱性多孔質セラミックスを用いた省エネルギー炉の研究開発

熱マネジメントシステム



産業/工業炉の省エネルギー化のための熱マネジメント。

ファイバーレス断熱材と周辺部材の合わせ技で 工業炉の高効率化・省エネルギー化へ

ファイバーレス断熱材の量産化と 従来品を上回る熱回収率・燃焼効率を達成

投入される熱エネルギーの2%ほどしか製品自体の加熱に使われていない工業炉において、熱エネルギー消費効率をさらに向上させるためには、炉に使われる断熱材とその周辺機器を併せた効率的な熱マネジメントが不可欠です。

NEDOと美濃窯業株式会社は、産総研と共に開発した「多孔質ファイバーレス断熱材」の製品化・量産化に向けた開発検討に加え、高温排気ガスからの熱回収を効率化する「耐高温高効率熱交換器」、燃焼効率を高める「耐高温高効率バーナー」の研究開発を行いました。

ゲル化凍結法によるファイバーレス断熱材は、水分を多く含むため乾燥に時間がかかります。さらに水分が凍結する際に大きな氷結晶ができ、構造が不均一になって強度が低くなることが課題でした。そこで、添加する水分の一部を気泡に置き換えることで、構造の均一化と、乾燥時間の約40%短縮を達成しました。また、ファイバーレス断熱材を施工した試験炉において、燃料使用量の約36%削減に成功しました。さらに、1500℃以上の使用温度に対応する高効率熱交換器の開発に挑み、従来品の3倍以上となる約23%の熱回収効率を達成しています。また、リジェネレイティブバーナーの燃焼効率を向上させるため、熱交換速度が高く、蓄熱容量の

大きい金属のコアを高耐熱のセラミックス(シェル)で覆った、新しい蓄熱体を開発し、既存のセラミックス蓄熱体に比べ、2倍の入熱放熱速度を実現しました。

美濃窯業技術研究所の松岡 鮎美氏は「当社のプラント事業で培った周辺部材の設計・構築という強みが生かされました。また、産総研や名古屋大学など産学官で連携できたことはNEDOプロジェクトの大きなメリットでした」と振り返ります。同じく田中 洋介氏は「既存客からも省エネルギー化やCO₂排出量削減に向けた要望は増えていますが、まだコストが課題。今後は製造コストを抑えると同時に、省エネルギー効果の検討で良い成果を上げてPRにつなげていきたい」と展望を語りました。



松岡 鮎美氏
美濃窯業株式会社
技術研究所 技術開発課
アシスタントマネージャー

田中 洋介氏
美濃窯業株式会社
技術研究所 技術開発課
アシスタントマネージャー
博士(工学)

吉見 靖隆氏
美濃窯業株式会社
技術研究所 所長

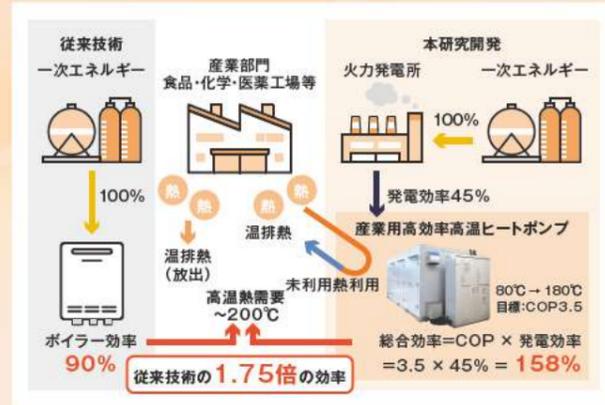
Reuse

ヒートポンプ

低GWP冷媒を用いた産業用高温ヒートポンプの開発



コンテナ大の二次試作機。今後は可搬性を考え小型化する予定。



COP3.5の達成によって総合効率は158%に。従来技術と比べ1.75倍の高効率を実現。

工場等の排熱を有効利用するため 最高加熱温度200℃のヒートポンプに挑戦

食品製造業や自動車産業、製薬企業等
幅広い産業分野での活用に期待

工場の生産プロセスからは80~100℃の未利用熱が廃棄されています。この排熱を熱源として利用し、より高温の熱に再生するヒートポンプ技術を確立できれば、工場の省エネルギー化や脱炭素社会の実現に貢献できると期待されています。

NEDOは、株式会社前川製作所と共に高効率高温ヒートポンプの実現に取り組み、最高加熱温度200℃、COP3.5を目標



工藤 瑞生氏
株式会社前川製作所
技術企画本部
技術研究所
副所長

町田 明登氏
株式会社前川製作所
技術企画本部
執行役員

指して開発を進めてきました。開発したヒートポンプを導入したとき、生産プロセスの一次エネルギーは約48%削減でき、未利用熱は大幅に削減できます。

目標の達成には、高温・高圧に対応した冷媒、圧縮機と熱交換器といった要素技術から開発する必要性がありました。圧縮機の吐出温度が200℃以上になると、一般的な潤滑油は使用が困難なため、磁気軸受による非接触のオイルフリーターボ圧縮機を開発し、熱交換器についても高温高圧に対応した技術を新たに開発しています。一次試作機では、炭化水素系の冷媒を採用しましたが、二次試作機では、その後登場したフロン系の低GWP冷媒を使用し、同時に圧縮段数を3段から4段に、さらに回転数を見直すなどの最適設計を行うことで、2022年度内の目標達成がほぼ確実になっています。

前川製作所 技術研究所 副所長の工藤 瑞生氏は「圧縮機や熱交換器の開発にあたっては早稲田大学理工学術院の太田有教授と勝田 正文教授から多くの知見を得ることができました。アカデミアとチームで取り組むことができたのはNEDOプロジェクトならではの思いです」と語り、同社の技術企画本部執行役員の町田 明登氏は「NEDOプロジェクトに採択されることで、社内でも社会課題の解決というチャレンジが認知される効果は大きい」と語ります。

今後同社は、システムの小型化を図り、フィールド試験を行うことで「効果の見える化」を進め、2025年度には本格的な市場導入を開始する予定です。

Reuse

ヒートポンプ冷凍機

低温排熱の下限レベルである60℃排熱で駆動できる高性能冷凍機の開発

廃棄されていた低温排熱を利用 大型冷房や地域熱供給への活用促進へ

従来機比で約2倍の排熱エネルギーを
利用できる吸収冷凍機を製品化

熱需要の高い産業等で発生する排熱のうち、60~80℃の低温帯の排熱のほとんどが廃棄されています。NEDOと、熱源の吸収冷凍機の開発を手がけてきた日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社は、これらの温度帯の排熱を回収し、冷房などに利用できる低温駆動ヒートポンプの研究開発を実施しました。

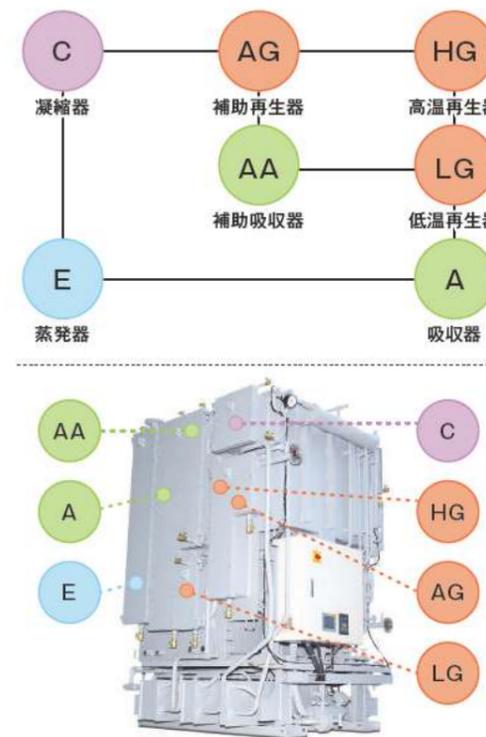
吸収冷凍機は、冷媒(水)の「蒸発」「吸収」「再生」「凝縮」というサイクルをくり返すことで、冷房等に利用する冷水を作ります。このサイクルにおいて、吸収剤に「吸収」した水蒸気を

再び水と吸収剤に分離させる「再生」の過程で排熱を利用します。従来の吸収冷凍機では90℃の熱を「再生」で使っても、まだ80℃ほどの温水が捨てられていました。そこで、「吸収」「再生」の過程を二段階に設計し、高温排熱で最初の「再生」を行い、温度の下がった排熱で再度「再生」を行うことで、理論的に55℃まで排熱を回収し、約2倍の排熱利用が可能な「一重効用ダブルリフト吸収冷凍機」の開発に成功しました。

ジョンソンコントロールズBEジャパンの藤居 達郎氏は、製品化までには多くの課題があったといいます。「中の機器の最適な配置や、設置現場を考慮した形や大きさも工夫する必要がありました。また、実験室での研究レベルから製品になる前の過程にはリソースがつきにくい。そういう意味でも、NEDOプロジェクトでなければ実現できなかったと思います」

同製品は現在、ヨーロッパのオフィスビルや工場、病院等で採用されています。藤居氏は「環境意識の高いヨーロッパでは地域熱利用やコージェネレーションが発達しており、排熱利用に対する関心や需要も高い。日本では未利用熱への理解が徐々に進んでいる段階ですが、エネルギーセキュリティやカーボンニュートラルといった社会の動きも追い風になっているので、海外での活用もアピールしながら普及に努めていきたいです」と力を込めました。

「一重効用ダブルリフトサイクル」の仕組み



藤居 達郎氏
ジョンソンコントロールズBEジャパン
エンジニアリング本部 設計部
主管技師 博士(工学)

Management

モデルベースによる自動車の熱マネジメント技術開発

熱マネジメント

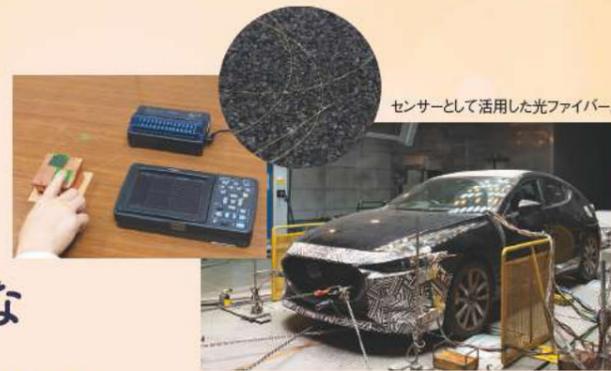
電気駆動車の熱課題の解決につながる、高精度な自動車の熱流れモデルを開発

ますます重要性を増す電気駆動車の熱流れモデルの目標精度を達成

世界規模で自動車の電動化が進んでいます。しかし、xEV（電動車）*の実用性を高めるためには、従来の内燃機関部品のみならず、モーターやバッテリー等の電駆部品を最適な温度に保つ熱マネジメントが欠かせません。複雑化するxEVの熱課題を効率的に解決するためには、より高精度なモデルを使ったモデルベース研究/開発（MBR/MBD）を行う必要があります。

こうした背景からNEDOとマツダ株式会社は、熱流れの計測解析技術の開発、電気駆動車の実際の計測、それらを活用した自動車の熱流れモデルの構築に段階的に取り組んできました。マツダ技術研究所の種平 貴文氏は「xEVの各部品は最適な温度帯がそれぞれ異なるため、燃費/電費の改善や電池寿命を延長するためには、精度よく温度を予測する熱流れモデルの構築が必要でした」と話します。

プロジェクトでは熱流れの3形態（伝導、対流、輻射）を予測するため、エンジンルーム/モータールームの空間温度を高分解能で計測する光ファイバーを用いた温度センサー技術を開発。また輻射率の異なる二つの熱流束センサーを用いて対流と輻射を分離計測する手法について、TherMAT組合員の産総研の協力の下、センサーを車両用に改良しました（上右写真）。これらのセンサーを使い、実際の計測データを活



センサーとして活用した光ファイバー。

TherMAT組合員 マレリの実車風洞実験設備にて実施。

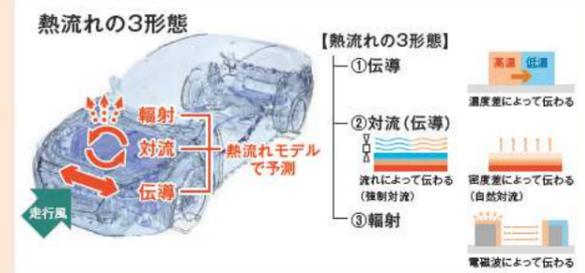
用することで、三次元熱流れおよび、一次元のモデルの目標精度を達成しました。

種平氏はNEDOプロジェクトについて「TherMATでは、さまざまな研究者やエンジニアと交流でき、刺激になりました」と話し、同社技術研究所の上席研究員である新濱 誠氏は「技術者の育成という意味でもプロジェクトの意義は大きいと思います。また、定期的に第三者の評価を得ることができ、軌道修正することもできました」と語ります。BEVの比率が高まる今後について、同社技術研究所主幹研究員の小池 祐輔氏は「ユーザーの価値観や社会インフラの変化に対応しながら、柔軟に開発を進める必要がある」と指摘します。車両の開発スピードを上げるMBR/MBDの価値は、ますます高まっています。

※xEV：HEV（ハイブリッド車）、PHEV（プラグインハイブリッド車）、BEV（バッテリー式電気駆動車）、FCEV（燃料電池車）
 出典：経済産業省HP
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/jidosha_shinjidai/pdf/002_01_00.pdf



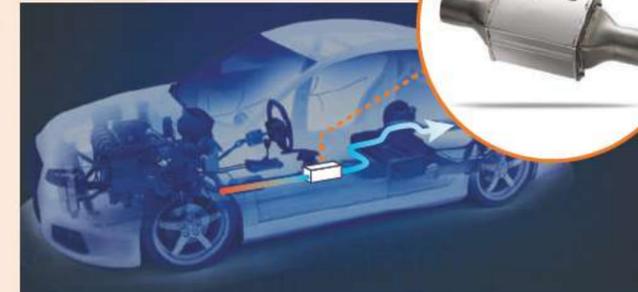
- | | | |
|--|---|--|
| 山賀 勇真 氏(写真左上)
マツダ株式会社 技術研究所
次世代エクセルギー研究部門
熱機械エクセルギー研究 | 小池 祐輔 氏(写真上中央左)
マツダ株式会社 技術研究所
次世代エクセルギー研究部門
熱機械エクセルギー研究
主幹研究員 | 丸本 真玄 氏(写真上中央右)
マツダ株式会社 技術研究所
次世代エクセルギー研究部門
熱機械エクセルギー研究
アシスタントマネージャー |
| 種平 貴文 氏(写真下左)
マツダ株式会社 技術研究所
次世代エクセルギー研究部門
熱機械エクセルギー研究
アシスタントマネージャー | 新濱 誠 氏(写真下中央)
マツダ株式会社 技術研究所
次世代エクセルギー研究部門
熱機械エクセルギー研究
研究員 兼 上席研究員 | 森島 千菜美 氏(写真右)
マツダ株式会社 技術研究所
次世代エクセルギー研究部門
熱機械エクセルギー研究 |



Management

自動車の熱量調査・次世代エネルギーマネジメントデバイスの研究開発

熱マネジメント



熱変換デバイス試作品。

エネルギーマネジメントデバイスの選定・搭載イメージ。



-40~55℃の外気温と30~100%の湿度条件を再現できる実車環境風洞実験設備。

多様なxEVに最適なデバイスを選定できる車両熱計測技術を開発

実車両で排出ガスの熱量を分析し搭載するデバイスの価値査定、最適な設置位置の検討に活用

自動車からのCO₂排出量削減に向け、xEV（電動車）の燃費向上を図るためには、それぞれの車両の熱エネルギーフローに合わせたエネルギーマネジメントデバイス（排熱回収デバイス、熱変換デバイス、暖房用ヒーター等）が必要となります。それには、車両の開発前の段階で、排熱量やエネルギー利用量、燃費効果等を把握することが求められます。



- | | |
|---|--|
| 大谷 泰史 氏(写真左上)
マレリ株式会社
インテリア・エクスペリエンス事業本部
実験研究センター管理部
アシスタントマネージャー | 久永 徹 氏(写真上右)
マレリ株式会社
グリーンテクノロジー・ソリューション事業本部
グリーンテクノロジー・ソリューション先行開発部
所長 |
| 中嶋 史朗 氏(写真下左)
マレリ株式会社
グリーンテクノロジー・ソリューション事業本部
グリーンテクノロジー・ソリューション先行開発部 | 田中 英郎 氏(写真下右)
マレリ株式会社
インテリア・エクスペリエンス事業本部
実験研究センター管理部 |

NEDOとマレリ株式会社は、それぞれパワートレインの異なる多様なxEVの車両全体の熱エネルギーフローが推計できるシミュレーションモデルの構築と、各車両に最適な熱エネルギーマネジメントデバイスを探索するための基盤技術の研究開発に取り組みました。

プロジェクトでは、パワートレインの違いによる未利用熱量を調べるため、外気温-20~35℃の条件下におけるシリーズパラレル式HEVのエネルギーフロー、加えてシリーズ式HEV・PHEV・マイルドHEVの排出ガスの熱量を計測し、車両ごとに回収できる熱量の差を定量的に把握しました。

また、排出ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱変換デバイスを搭載した際の、発電量と燃費をシミュレーションし、最も燃費効果の得られるデバイスの搭載位置を確認することが可能になりました。これらの測定結果を基に、シミュレーションの精度を上げ、最適なエネルギーマネジメントデバイスの選定に活用していきます。

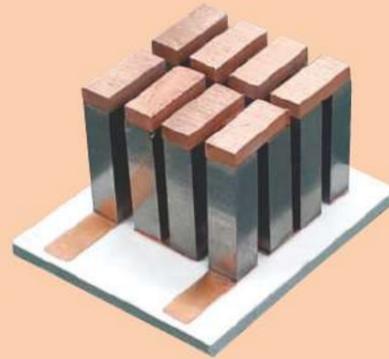
マレリの中嶋 史朗氏はプロジェクトについて「車両を理解するにあたり、TherMATに参加する企業や大学等と連携できたことは非常に有意義でした」と話し、同社田中 英郎氏は「弊社の環境風洞実験設備を活用し、排熱量を低温条件下で測定できたことも成果の一つ」と振り返ります。同社久永 徹氏は「エネルギー資源の少ない日本では内燃機関の熱効率を上げていくことは不可欠。BEV化が叫ばれていますが、PHEVやHEVも含め、社会の変化を冷静に見極めながら開発を進めていきたい」と語りました。

Recycle

熱電発電

中高温域での熱電変換を実現する高性能クラスレート熱電モジュール開発

環境共生型社会の実現に向け 変換効率15%の熱電変換に挑む



試作・評価に用いた熱電モジュールの構成。

クラスレート化合物の性能向上と 熱電モジュールの両面で目標達成へ

熱を直接電力に変換する熱電変換は、工場等から排出される中高温域の排熱を活用する技術として期待されています。しかし、現在実用化されている熱電材料は、高価で毒性があるため、環境への影響等の問題があり、また変換効率が十分ではないことから、安価で環境に優しい高性能熱電材料の開発が待たれていました。

NEDOと古河電気工業株式会社は、こうした課題を解決するため、変換効率が高い次世代材料の研究開発に取り組んできました。同社サステナブルテクノロジー研究所部長・主席研究員の味村 裕氏は「動作する部分がなくメンテナンスフリーといった利点を生かすため、プロジェクトでは変換効率15%という高い目標を設定しました」と話します。

環境調和型クラスレート化合物のP型とN型素子を用いた、高い変換効率の実現に有効な多接合型熱電モジュールを開発しています。モジュール側の設計にも工夫を施し、変換効率は計算上16%まで到達。現在は目標値を確認するため

の実証テストを行っています。

また、シリコンクラスレート化合物からなるP型とN型焼結体が一体となったU字型素子も開発しています。味村氏は「接合部がないため、直火であぶるほどの高温域でも安定しています」と優位性を語ります。

同社研究所の山本 貴博氏は「材料の組成や焼結の条件を少し変えるだけでも特性が大きく変わるため、最適化に苦労しましたが、NEDOプロジェクトで大学と共同研究ができ、大学発のデータや研究者のアドバイスが開発に大いに役立ちました」と話します。また、味村氏は「TherMATに参加している企業と議論や情報交換ができ、とてもいい連携ができている」とプロジェクトの利点に言及しました。

今後は「ラボレベルで達成した性能を保ったまま、大型化するための検討が必要です」と山本氏。味村氏も「工場の排熱を利用するには熱電発電システムの構築も必要です。お客さまへのリサーチを基に現実に対応した装置を検討したい」と実用化への道筋を示しました。



山本 貴博氏
古河電気工業株式会社
研究開発本部
サステナブルテクノロジー研究所
先端技術研究部

味村 裕氏
古河電気工業株式会社
研究開発本部
サステナブルテクノロジー研究所
先端技術研究部
部長・主席研究員



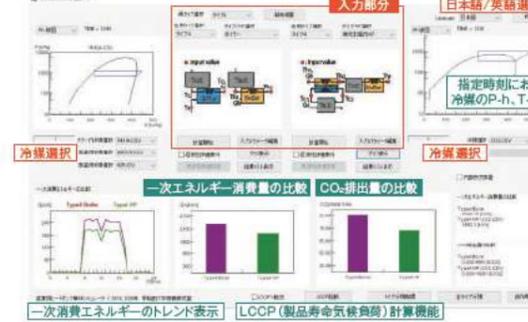
シリコンクラスレート焼結体のU字型素子を用いた熱電モジュール。
炎にかざすと電力が得られる。

Management

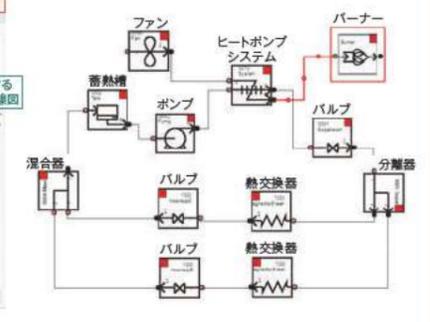
基盤技術

ヒートポンプを中核とした統合解析シミュレーション技術の構築

単体シミュレーター



統合シミュレーター



簡単入力で導入効果が見える化！ 産業用ヒートポンプシミュレーター

一次エネルギー消費量やCO₂排出量を試算 導入検討にかかるコストと時間を大幅削減

工場等で廃棄されている未利用熱の有効活用や、CO₂排出量削減の観点から、バーナーや蒸気ボイラーの代替として産業用ヒートポンプへの期待は高まっています。しかし、ヒートポンプの導入を検討する際にさまざまなデータを取得する必要があり、多大な時間とコストがかかることが導入の大きな障壁となっています。

そこで、NEDOは、産業用ヒートポンプの導入効果を短時

間で分析し、ボイラー・バーナーと比較できる「産業用ヒートポンプシミュレーター」の研究開発に取り組みました。

プロジェクトに参画した一般財団法人金属系材料研究開発センター（JRCM）、株式会社前川製作所と早稲田大学は、工場における利用パターンを調査し、「加温方式（循環・非循環）」「ヒートポンプの導入用途（予熱・置換）」「冷温同時利用（有・無）」の三つを組み合わせた8パターンを設定。このパターンから選択し、定格加熱能力や給水温度、流量、冷媒等を入力するだけで、一次エネルギー消費量やCO₂排出量等を高精度で試算できる「ヒートポンプ単体シミュレーター」を開発、一般公開しました。さらに、ボイラー・タンク・弁等を含むシステム全体の性能評価を行う「産業用エネルギー統合シミュレーター」の開発にも挑みました。

早稲田大学の齋藤 潔教授は「日本の熱技術は飛び抜けて高いですが、まだまだコストが高く、導入成果が見えにくいのが現状です。省エネルギーや経済的なインセンティブといったメリットが見えればヒートポンプの導入と普及につながるでしょう」と語り、また、企業や業界団体等が参加するワーキンググループを取りまとめてきたJRCMの豊田 俊介氏は「分野や立場の異なる人たちが、問題意識を共有し、目標に向かって取り組めたことがNEDOプロジェクトの意義」と話します。今後は、より多くの関係事業者が活用できるよう、産業用エネルギー統合シミュレーターの実用化に向けた取り組みを進め、産業用ヒートポンプ導入成果の見える化を目指します。



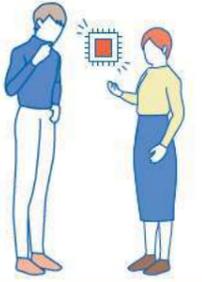
豊田 俊介氏
一般財団法人
金属系材料研究開発センター
磁性・先進技術研究部長
鉄鋼材料研究部 主席研究員
博士(工学)



齋藤 潔氏
早稲田大学 基幹理工学部
機械科学・航空宇宙学科 教授
持続的環境エネルギー社会
共創研究機構 機構長
次世代ヒートポンプ技術戦略研究
コンソーシアム 会長
博士(工学)

Promising NEDO Startups

スタートアップ支援のその先へ



経済の活性化には、「新技術」を競争力とした起業家の育成が重要です。そこでNEDOは、研究開発型ベンチャーをはじめ、さまざまな角度でスタートアップ支援を実施しており、その中から、未来に向かって成長を続ける注目のスタートアップ企業を紹介します。

Innovator

File.23

モビリティエネルギー
サーキュレーション株式会社

代表取締役
前園 真司 さん



超小型排熱利用発電と蓄電地で
車載の従来型冷凍冷蔵機を駆動する
システムの技術開発

<https://www.mobenecircu.com/>



車両の荷台下に搭載する車載型発電量1kW仕様の空冷式バイナリー発電装置(予想CG図)。



車載用システムの実証試験。

2019年 モビリティエネルギーサーキュレーション株式会社設立。
株式会社環境エネルギー投資から出資を受ける。

2021年 NEDO新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業(フェーズC実用化研究開発)に採択。

Q1. NEDO支援事業をどのように活用?

超小型排熱利用発電装置*の発電効率の向上を達成できました。改良した装置を搭載しての実証走行試験でも想定通りの成果が出ています。

現在は、実際の運行に即した状態での最大発電量を得られる装置コントロールのオペレーションを中心に試験を行っています。

トラックを使用した燃費改善の基礎試験が終わり、ORC(バイナリー発電)の改良を行うタイミングだったので非常に助かりました。

Q2. モビリティエネルギーサーキュレーションの“その先”とは?

ORC制御部分の開発を進めつつ、ユーザーとなるトラックを使用する事業者へ協力をしていただき事業者主体での実証走行試験を行う計画です。



空冷式バイナリー発電装置を使用して電球を光らせたデモ画像。

NDAを結び車種選定を進めています。複数台を製作し異なった運用でのテストの後、正式採用にまで進める計画です。その成果をベースに他の事業者への拡販を進めます。クルーザーや漁船等の船舶への搭載も進める計画です。

*車載型発電量1kW仕様の空冷式バイナリー発電装置。

NEDO担当者からのコメント

これまで利用されなかった自動車エンジン排熱でバイナリー発電を行うシステムを開発しています。現在はこのシステムを冷凍トラックに搭載して保冷にその電力を使用し、燃費の向上を目指しています。今後は未利用であった低温排熱の利活用展開を期待します。

Innovator

File.24

株式会社
Eサーモジェンテック

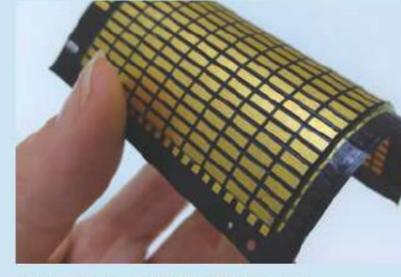
代表取締役 最高経営責任者
南部 修太郎 さん



J-Startup
KANSAI

熱電発電デバイスと熱電発電システムの
研究開発・製造・販売

日本語HP <http://e-thermo.co.jp/>
英語HP https://e-thermo.securesite.jp/E-ThermoGentek_2104v1.pdf



湾曲したフレキナー®(熱電発電モジュール)。

2013年 株式会社Eサーモジェンテック設立。

2016年 NEDOシード期の研究開発型ベンチャーに対する事業化支援に採択。

2017年 NEDOベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業(フェーズB)に採択。

2018年 NEDOベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業(フェーズC)に採択。京都市ベンチャー企業目利き委員会にて、Aランクに認定。

2020年 NEDO新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業(フェーズC)に採択。NEDO戦略的省エネルギー技術革新プログラムに採択。

2022年 近畿経済産業局「J-Startup KANSAI」に選定。

Q1. NEDO支援事業をどのように活用?

NEDO事業により、独自コア技術「フレキナー®(独自フレキシブル構造熱電発電モジュール)」を基に、現在環境中に莫大に排出されている300℃以下のさまざまな低温排熱を、初めて実用可能なコスト性能比の熱電発電で電気エネルギーに回収できるさまざまな要素技術を開発することができました。おかげさまで、この分野の世界のフロントランナーと注目されるスタートアップとして、今後大きく飛躍できる基礎を確立することができました。

*フレキナー®は、株式会社Eサーモジェンテックの登録商標です。

Q2. Eサーモジェンテックの“その先”とは?

開発したさまざまな独自熱電発電要素技術を活用して、莫大な低温排熱を少しでも電気エネルギーとして回収する事業を、多くの協力企業と共に推進し、地球温暖化を抑え、持続可能な社会の構築に貢献します。このような熱電発電による自立電源システムは、さまざまな産業分野におけるIoTの本格的な普及を促進するとともに、災害に強く今後急速に普及が進むとされる分散型電源システム(VPP)の構築にも、大きく貢献すると期待されます。

NEDO事業で実用化したIoT用自立電源シリーズは、さまざまな工場での急速なIoT

の普及を促進するキーデバイスとして期待が高まっており、さまざまな工場やプラントからの低温排熱回収に関する弊社への問い合わせ件数は、すでに400件を超えています。

まずは国内で事業展開を推進しますが、できるだけ早い段階で海外に展開することで、圧倒的な差別化優位性を保有し、この分野のグローバルスタンダード企業となることを目指します。

NEDO担当者からのコメント

高い熱回収効率で低温排熱にも対応可能な本技術の独自性は非常に高く、さまざまな客先ニーズへの応用も可能であり、着実に実績を積み上げてきています。これまでのNEDO事業成果が実用化され、社会に大きく貢献されることを期待します。

StarT!Ps
from NEDO

中小企業・スタートアップ企業に役立つ情報 "T!Ps" がここに

中小・スタートアップ企業支援

「このサイトでどのようなことができるのか?」

動画を用いてご紹介しています。



<https://startips.nedo.go.jp/about/>