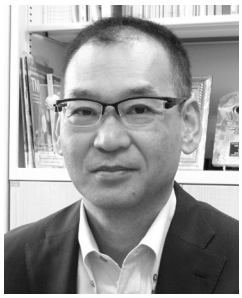
ENVIRONMENTAL ENGINEERING DIVISION
ISSN 1340-668X
日本機械学会環境工学部門ニュース
環境と地球
アメニティ空間の創成
No.33 April 2022



2022年度部門長　就任挨拶
2022年度の活動に向けて

井田 民男
2022年度 部門長
（近畿大学バイオコークス研究所）

1. はじめに

この度2022年度の第100期環境工学部門長を拝命しました近畿大学バイオコークス研究所の井田です。よろしくお願い申し上げます。

環境と地球は、そこに住む全ての民が大きな岐路と判断に差し迫られている。令和3年11月にグラスゴーで開催されたCOP26世界リーダーズ・サミットでは、「世界の平均気温の上昇を1.5℃に抑える努力を追求することを決意する」ことが明記されました。

これを受け我が国は、気候変動という人類共通の課題に、総力を挙げて取り組む決意を表明した。その中で、2050年カーボンニュートラルに向け新たに策定した長期戦略の下、2030年度に、温室効果ガスを2013年度比で46％削減することを目指し、さらに、50％の高みに向け挑戦を続けていくことを約束した。

特に、注目すべく発言は、我が国がアジアを中心に、再生可能エネルギーを最大限導入しながら、クリーンエネルギーへの移行を推進し、脱炭素社会を創り上げることを目指すとしています。

具体的には、2兆円のグリーンイノベーション基金を活用し、電気自動車普及の鍵を握る次世代電池・モーターや水素、合成燃料の開発を進める計画をしている。

グリーン成長戦略では、今後成長が期待される14分野において各分野で目指すべき高い目標を設定すると同時に、予算、税、規制・標準化、民間の資金誘導など政策ツールを総動員して企業等の取組を全力で後押ししていくことを掲げています。

日本機械学会は、学術的な研究のみならず産業界が抱えるカーボンニュートラル社会実現に向けた取り組みを加速し、その貢献が求められていると考えています。中でも、環境工学部門は、この気候変動という人類共通の課題に対する研究、技術開発を真正面から挑戦するポジションにあり、産官学のさらなる連携が重要な鍵となっています。

2. 2022年度の環境工学部門の取組

本環境工学部門は、4つの技術委員会から構成されており、各技術委員会が特徴のある活動を展開しています。

第1技術委員会では、人間の生活環境における騒音や振動技術講習会を最新のトピックスを取り上げ企画し、また環境にやさしい夏休み親子向けイベントで理系に興味を抱くような活動を活発的に企画したり、音・振動快適化技術と新しい評価法研究会では、自由闊達な議論の場を展開したりしています。

第2技術委員会では、廃棄物処理と法工学の連携を計り、幅広い研究者、技術者が新しい工学倫理を構築する活動を企画しています。

第3技術委員会では、大気環境・水環境分野を対象として、主に環境汚染物質の放出抑制・防止技術に関わる研究者や技術者の交流の場をさらに発展的に広げる活動を展開しています。

第4技術委員会では、環境保全型エネルギー技術を掘り下げさらに、発展的な活動を行っています。特に、夏休み親子向け行事での小学生と中学生へのエネルギーを体感できるセミナーの発展やNEE（Numerical Environmental Engineering）研究会を中心とする横

断的な活動を通して社会貢献しています。

このように環境工学部門は、差し迫った社会問題の解決のため工学を通して横断的に研究開発し、地球環境保全を規範としたSDGsの目標達成に向けた活動を行っています。ご興味のある研究者、技術者等は、ぜひご参加頂きたくお越しください。

特に、環境工学部門では、研究発表の公表の場としてSEE（環境工学総合シンポジウム）とIWEE（環境工学国際ワークショップ）を企画しています。2022年度は第32回SEE（高松）で、2023年度はIWEE2023を企画しています。

新型コロナの影響をまだまだ、予断を許さない状況ですが、感染対策に万全を期して開催する所存ですので、ご参加、ご聴講ならびご協力のほど宜しくお願いします。

3. 第32回環境工学総合シンポジウム2022

2022年7月7日(木)～7月8日(金)

会場：レクザムホール

高松市は、四国北東部、香川県の中央に位置する市で、人口約42万人の県庁所在地です。南の四国山地と北の中国山地に挟まれ、温暖で降水量が少なく日照時間の多い瀬戸内型気候で四季を通じてコンベンションの開催には最適な都市です。四国の玄関として大勢の人が行き交うJR高松駅はサンポート高松や高松港が集まる市街地に位置しています。

高松へのアクセスは、JR岡山駅から快速マリンライナーにより約55分で高松駅へ到着します。この他、東京、名古屋、京都、大阪から高速バスで向かうことができます。さらに、空路は東京（羽田・成田）、沖縄と利便性の高い空港です。主な観光地として、江戸時代に歴代藩主により百年余りの歳月をかけて作られた大名庭園特別名勝 栗林公園、源平合戦の古戦場として知られる屋根の形をした溶岩台地の屋島や、日本三大水城の1つで海水を引き込んだお堀が特徴の玉藻公園などを観光することができます。

多くのご参加をお待ちしております。

4. IWEE2023

コロナ禍の影響でIWEE2022は、IWEE2023として開催する予定です。時期は、2023年7月頃を予定し、開催地は、くにびきメッセ（島根）を予定しています。

コロナ禍の影響もあり、現地での対面講演が厳しい状況ではありますが、できる限りの感染対策を施し、万全の体制でIWEEを開催したく願っています。ぜひお越し頂きたく、島根開催の魅力をご紹介します。

会場となるくにびきメッセは、松江市の中心部、JR松江駅から徒歩7分の場所にある島根県のコンベンションの中核施設です（写真1）。

写真1　くにびきメッセ外観

この施設は、ハイブリット会議のためのインターネット設備や音響設備、ビデオシステム設備も充実しています。

島根県は、歴史的な土地柄です。約1400年前の日本古来の製鉄法である「たたら製鉄」が「出雲國たたら風土記～鉄づくり千年が生んだ物語～」として日本遺産に登録されています。この奥出雲を中心として、たたら製鉄が盛んに行われ、農機具や刀などが製造され最盛期には、多くの鉄がこの地を中心とした中国山地の麓で作られていました。このたたら製鉄は、「千と千尋の神隠し」（監督：宮崎駿）でも取り上げられ、注目を浴びているスポットです。

さらに歴史的な建造物として、出雲大社が建立されています。創立は、神話時に遡ると記述されています。現在の本殿は（国宝）、1744年に作り替えられており、古代の神社建築様式である大社造を最も純粋に伝えている社殿です（写真2）。

写真2　出雲大社

また、市内には松江城があります。松江城は、全国に残る12城ある現存天守の1城です。松江城は、江戸時代かそれ以前に建立され、そのままの姿で現代に残っている特別な城です。その中でも、慶長16年完成の松江城天守は、近世城郭最盛期を代表する天守城として国宝に指定されています（写真3）。

さらに、日本の庭園美を極める足立美術館があります（写真4）。特に、魯山人館（2020年）は、北大路魯山人コレクションの中から厳選した120点の名品が展示されています。

写真３　松江城

写真４　足立美術館

5. おわりに

COVID-19 禍が続くなか、オンラインという大きな制限を受けながらですが、より実りある交流、情報交換場が求められています。知恵を結集し、新しい研究発表の形、交流の場の在り方を模索し、より良い技術交流が開催できるよう関係各位のご協力を頂きたく願っております。

「環境」という幅広いキーワードの下、部門活性化をより図りつつ、より良い学会活動の実現にご協力頂きたく存じます。

及ばずながら、皆様のご協力の下、全力で本部門の活性化と発展に尽力して参りたいと願っております。

１年間どうぞ、よろしくお願い申し上げます。

環境工学部門 2021 年度の活動を振り返って

佐々木 正信
2021 年度 部門長
（東京電力エナジーパートナー株式会社）

1. はじめに

2020年1月から続いているCOVID-19パンデミックにより、2021 年度の部門活動も大きな制約を受けました。総務委員会、運営委員会、各技術委員会も昨年度と同様に Web 会議での開催となり、環境工学部門の行事も Web 開催を模索せざるを得ませんでした。一方、2020 年度のパンデミック下の経験を活かして、Web を活用した行事や Web 会議運営もスムーズに実施できるようになり、新しい学会会議室の「Web とリアルのハイブリッド会議」設備等も活用した、アフターコロナにおける「新たな部門活動」の基礎を培うこともできたと考えています。

2. 部門活動

2021 年度は以下の行事を開催させて頂きました。

ご参加頂いた皆様ならびに開催にご協力頂いた皆様に、厚く御礼申し上げます。

6月：講習会「静粛設計のための防音・防振技術」

7月：第 31 回環境工学総合シンポジウム 2021
オンライン開催による初めてのシンポジウムとなりましたが、7 月 8 日と 9 日の 2 日間において、特別講演 2 件、一般講演 95 件、参加者 177 名で開催することができました。
また、各座長と参加者のご尽力により、Web による活発な討議も実現できました。一方、参加者同士が気軽に交流ができる懇親の場が用意できなかったことは、実行委員長として残念です。

7月：夏休み親子向けイベント
「熱を体験してみよう」

8月：夏休み親子向けイベント
「手作りで音を楽しもう」

9月：2021 年度年次大会
OS「先進サスティナブル都市」
共催 OS「流体関連の騒音と振動」

10月：講習会「新しい生活様式に対応した音響技術の最前線」

11月：NEE（Numerical Environmental Engineering）研究会第 25 回講演討論会

11月：講習会「プログラミングで学ぶ熱物性推算」

1月：オンライン見学会「「日本一おいしい水」ができるまで！名古屋市鍋屋上野浄水場」

また、共催として、次の行事を行いました。

4月：第54回空気調和・冷凍連合講演会

5月：第33回環境工学連合講演会「SDGsに向けた環境工学の役割」
文科省の浦島邦子様から部門を代表して、「SDGsに貢献する日本機械学会の取り組み」と題した招待講演が行われました。

3. 表彰者の紹介

部門活動に貢献頂いた皆様や、前年度の環境工学総合シンポジウム講演論文集における優れた論文に対し、表彰を行い、2021年度は以下の方々が受賞されました。（以下、敬称略）

【部門賞】

功　績　賞：遠藤 久　（月島機械(株)）
研究業績賞：小林 信介（岐阜大学）
研究業績賞：宮崎 隆彦（九州大学）

【部門一般表彰】

優秀講演論文表彰：後藤 達彦（(株)東芝）
石川 和成（岐阜大学）
國吉 直　（東京海洋大学）

4. おわりに

COP26では、「気温上昇を1.5℃以下に抑えるための努力を追及すること」が決議され、そのために、2010年比で2030年までに「世界のCO_2排出量」を45％削減し、今世紀半ばには正味ゼロとすることが必要であると確認されました。

EUでは2030年に55％以上という、極めて挑戦的な削減目標を掲げていますが、EUの世界全体の排出量に占める割合は1割程度です。

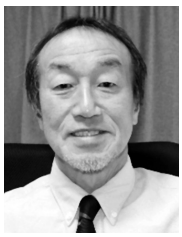
同様に日本は46％減を掲げていますが、排出量割合は3～4％です。残り8年間で、各国産業や低所得者保護にも配慮しながら、日本および世界のCO_2排出量を約半減させ、今世紀半ばに脱炭素社会を目指すことは極めて困難な目標ですが、少しでも経済的負担が少ない温暖化対策技術の開発が求められています。

当然、SDGsを例示するまでもなく、温暖化問題は単一論点ではなく、世界および各国が抱える多くの問題の中のひとつであり、様々な課題と並行して解決すべき問題です。

環境工学部門は様々なバックグランドを持つ数多くの研究者、技術者の集合であり、皆様の抱える「環境」に関連した多様かつ困難な課題に対して、環境工学部門の「場」が課題解決の糸口に繋がると確信しております。

皆様と一緒に環境工学部門の活動を活発化させていきたいと思いますので、引き続き、ご協力をお願いいたします。1年間という短い就任期間でしたが、ご協力頂き本当にありがとうございました。

部門賞　受賞者の紹介



環境工学部門功績賞を受賞して

遠藤 久
月島機械株式会社
水環境事業本部

2021年7月のシンポジウムにて、功績賞をいただきました、ありがとうございます。会社では、下水汚泥の乾燥、焼却プロセスのエンジニアリングを担当しており、環境工学関連の仕事に携わっています。

2006年ごろと思いますが、会社宛に第3技術委員の選出について打診があり、以来委員を務めています。第3技術委員長を3年務めた後、副部門長と部門長を歴任いたしました。

部門長時代は一大イベントであるシンポジウムを産総研の施設をお借りして開催することができましたが、その他革新的なことを始めることもなく、環境工学部門の通常業務をこなしたというのが実情でした。それにも関わらず功績賞をいただき、感謝します。微々たるものですが部門運営活動を評価いただいたものと思います。

さて、私事ですが中国に建設したプラントの試運転を、2020年1月春節により一旦中断して帰国した後、新型コロナウイルス感染が徐々に広がりコロナ渦は未だ続いています。毎年対面で行っていたシンポジウムも中止／リモートでの開催にせざるを得なくなり、会社も在宅勤務が当たり前になりました。

経済への打撃が大きい一方、世の中の仕組みはこれを機に大きく変化し、数年先のことと思っていたことが一気に加速して実現しているのも事実です。機械工学分野における環境工学部門も、運営や情報発信の仕方を含め変革してゆくでしょう。

今後も環境工学部門技術委員の一人として、変革する部門運営に参加してゆく所存です。

環境工学部門研究業績賞を受賞して

小林 信介
東海国立大学機構 岐阜大学

この度は、栄えある環境工学部門研究業績賞を賜り、誠にありがとうございました。

これまで共に研究を行ってきた学生、先生方、ご支援をいただいてきた企業の皆様、そしてご推薦をいただいた先生、環境工学部門の皆々様方に心より御礼申し上げます。本当にありがとうございました。これまで有機廃棄物のエネルギー化に関する研究開発に従事し、研究業績賞という形でご評価を頂きましたこと、大変うれしく思います。

今回の受賞では、私自身近年特に力を注いできた『高含水率有機系廃棄物の省エネ乾燥技術』に関する研究において高い評価を頂きました。

従来、汚泥等の高含水率有機廃棄物は熱効率を向上させる乾燥装置の開発が主であったのに対して被乾燥物である汚泥に樹脂系乾燥促進剤を少量加えることにより汚泥自体の性状を乾燥に適した物理的・化学的性状に変化させることで乾燥促進させる技術で、これまでとは全く異なるアプローチで汚泥乾燥の省エネ化を図ってまいりました。

経験的には促進剤の添加により汚泥乾燥が促進することはわかっていましたが、近年ではその乾燥効果や乾燥メカニズムの詳細についても明らかになってまいりました。

ただ、実用化にはコスト的な課題も残っており、今回の受賞を糧にさらに研究活動に力を注ぎ、延いては実用化に取り組んでいく所存です。

これまで同様に今後とも皆様からのご指導、ご鞭撻を賜れれば幸いに存じます。究業績賞を頂きましたこと、改めて関係各位に感謝申し上げます。

環境工学部門研究業績賞を受賞して

宮崎 隆彦
九州大学大学院総合理工学研究院

この度は、日本機械学会環境工学部門研究業績賞を賜り、大変栄誉なことと存じます。これまでご指導ご鞭撻いただきました皆様に心より御礼申し上げます。

受賞の対象となりましたのは、吸着冷凍機やデシカント空調など、吸着材を利用した熱駆動冷凍空調技術に関する一連の研究です。

吸着冷凍機やデシカント空調は、太陽熱や工場排熱から得られる50～70℃程度の熱を投入エネルギーとして10℃前後の冷水製造や除湿ができる技術です。これらの機器は環境温度に近い熱を有効に活用して省エネルギーや環境負荷低減を促進できるため、二酸化炭素の排出抑制や再生可能エネルギー利用率の向上など、SDGsに掲げられる目標の達成にも大きく貢献できます。

しかしながら、広く普及させるには、設備のサイズや導入コストなど、解決すべき課題が未だ残されています。私の研究では、材料がご専門の先生との共同研究で吸着材の改良・開発を行い、さらに産業界と連携しながら吸着材熱交換器の伝熱性向上、システム性能向上に取り組んできました。

これらの研究をご評価いただけたことは大変な励みであり、今後も研鑽を積んでまいりたいと思います。

技術委員会の活動報告と計画

第１技術委員会の活動報告と計画

委員長：雉本 信哉
九州大学

第１技術委員会は、人間が生活の中で身体的・精神的に様々な影響を受ける騒音・振動に関する諸問題を扱います。産学の研究者を中心に30名近いメンバーで活動をしています。昨年度に引き続き感染症の影響でオンラインでの活動となりましたが、対面でのイベントでは参加が困難だった遠方からの参加者などもあり、オンライン形式のメリットを活かして今後も活動を進めます。今後感染症が落ち着き対面での活動が可能になった際にも状況に応じてオンライン形式を併用することでより多くの方にご参加いただけるような形を検討いたします。

(1) 技術講習会

今年度は委員各位のご協力により例年通り2回開催(オンライン)することができました。1回目は6月4日(金)に「静粛設計のための防音・防振技術」と題して、2回目は10月20日(水)に「新しい生活様式に対応した音響技術の最前線」と題して実施しました。どちらも多くのご参加をいただきました。

(2) 手作りで音を楽しもう

―環境にやさしい夏休み親子向けイベント―

株式会社東芝のご協力のもと例年実施しているイベントです。一昨年度までは対面での実施でしたが、このイベントも昨年度からオンラインで実施しており、今年度も8月18日(水)に一般社団法人日本音響学会が実施する「International year of sound」の一環としてオンライン開催しました。

(3)「音・振動快適化技術と新しい評価法」研究会

2月21日(月)に日本音響学会騒音・振動研究会主催、機械学会の共催という形で株式会社日立製作所のご協力を得てオンラインで開催しました。開催直前まで対面形式併用での開催を計画していただいていたのですが残念ながら感染症拡大の影響によりオンラインのみでの開催となりました。

前述しました通り、学会の様々な活動が感染症の影響を受け実施形態を変えて行かざるを得ない状況です。オンライン開催ならではの魅力ある活動を少しずつでも増やすことで困難な状況に柔軟に対応して活発な活動を維持できればと思います。皆さまのご協力をこれからもどうぞよろしくお願いします。

第2技術委員会の活動報告と計画

委員長：井田 民男
近畿大学
バイオコークス研究所

1. 活動報告

社会情勢は厳しく、オンラインでの技術委員会を余儀なくされた。また、年次行事としての最新施設の見学会も受け入れが難しく、断念し新しくフレッシュマンセミナーの開催や法工学専門家会議との連携の在り方について意見交換を行い、第2技術委員会としての活動の在り方の意見交換を行った。中でも第2技術委員会では、廃棄物処理プラントでの自動運転時の事故における「責任の所在」が今後の課題として取り上げ、法工学専門家会議との連携を深めることが重要であることを確認した。

また、日本機械学会での環境工学部門としての評価として、第2技術委員会の強みを活かすことが重要であることを確認した。また、企業活動と学会活動の関連付け、学術的な内容(インパクトファクター)より、産業への貢献を重要視、SDGs等から評価項目を織り込み環境工学部門の存在意義の強調、さらに、学生に対する学会に入る魅力として、企業人との接点(企業アピール)、学会プログラムについて議論を行った。

最後に、IWEE2022も延期を余儀なくされ、IWEE2023として開催されることとなり、国際会議の新しい在り方、進め方についても議論を行った。

2. 計画

令和4年4月中旬に「一般廃棄物処理技術の工学基礎と技術者倫理」として、法工学専門家会議と連携し、国内の最前線で開発を進めているプラントメーカ及び高等教育機関が一般廃棄物処理の工学的な基礎とそれらを取り巻く社会及び技術者倫理についてのセミナーを計画している。また、SEE2022では、廃棄物処理に関わる法工学関連内容(2022年環境工学シンポジウム内にて開催)及びIWEE2023の特別企画を予定している。

第3技術委員会の活動報告と計画

委員長：義家 亮
名古屋大学大学院工学研究科

第3技術委員会は、大気環境・水環境分野の研究者や技術者の交流の場です。

昨年度から続くコロナ禍による行動制限を受けて、委員会活動は大幅な縮小を強いられておりますが、そんな時期であるからこそ、産学交流や学術的議論の場を維持することの重要性を認識し、ネットワークツール等を駆使して活動を行ってまいりましたので、ここに報告いたします。

まず、オンライン開催となった第31回環境工学総合シンポジウム(2021年7月8～9日)では、「大気・水環境保全技術分野」のセッションにおいて11件の研究報告がありました。

また、これもオンライン開催となった日本機械学会年次大会(2021年9月5～8日)では、環境工学部門企画による「S091先進サスティナブル都市」のセッションにおいて、第三技術委員会から2件の発表がありました。

この発表では、2021年3月に第三技術委員会企画としてオンラインで行われた第一回法工学・環境工学連携セミナー「環境技術における法工学～SDGsに向け

て～」の内容報告および総括が行われました。

本セミナーの第二回は、環境工学部門の企画として、2022年の第32回環境工学総合シンポジウム期間内に開催されることが予定されております。

2021年1月7日には、オンライン見学会「“日本一おいしい水”ができるまで！名古屋市鍋屋上野浄水場」が開催されました。

浄水場内の現地施設からの説明等をWeb会議システムによりリアルタイムで参加者に配信することで、質疑応答を含むリモート施設見学を実現し、多くの企業会員の方々を含む約70名の参加者がありました。

これらの経験を活かし、2022年度はポストコロナの新たな双方向コミュニケーションの場を企画してまいります。

第4技術委員会の活動報告と計画

委員長：坂東 茂
電力中央研究所

第4技術委員会では、再生可能エネルギーの開発、エネルギーのための熱交換器やヒートポンプの技術開発、エネルギーの有効利用のためのヒートポンプの活用、エネルギーシステムの最適化等の分野に関する研究者が集まり、環境保全型エネルギー技術を主なテーマとして挙げ、活動しています。

2021年度は、技術委員会と親子イベント、講習会をオンライン開催で実施した他、年次大会の環境サステイナブル都市セッションでも当技術委員会から2件を発表しました。

(1) 夏休み親子向け行事「熱を体験してみよう」

夏休みの恒例行事として、小学生にエネルギーを体感してもらうため、“熱”をテーマとした実験を複数用意して実施しています。

技術委員会委員が解説しながら、子供たちの進捗も観察しつつ実験を進めています。昨年度は初のオンライン開催ということもあり、10名の募集に留めましたが、2021年度は30名の子供たちに参加していただきました。西日本からの参加もあり、コロナ禍後もオンライン開催は検討の余地があると感じています。

(2) 講習会「プログラミングで学ぶ熱物性推算」

コロナ禍に入ってから初の講習会企画であり、オンライン開催といたしました。

熱物性値変化に関する理論の解説に加え、Pythonのプログラミングによる推算方法を実習形式で学ぶ企画でしたが、定員を超える57名の方にご参加いただき、大変盛況となりました。開催時期については検討の余地はありますが、来年度以降も実施していきたいと思います。

第4技術委員会の委員を中心とした研究会はNEE研究会、環境・エネルギー媒体研究会、エネルギーシステム汎用数理モデル研究会、サーモインフォマティクス研究会、計4つの研究会が活動しております。

2022年度も、他の技術委員会や研究会、他学会からも継続してご参加いただけるような様々な分野の横断的な研究交流を計画いたします。

研究会の紹介と活動報告

先進サステナブル都市・ロードマップ委員会の活動報告

委員長：高野 靖
京都大学

環境工学部門の4つの技術委員会の横断的活動として「先進サステナブル都市・ロードマップ委員会」が組織されています。昨年は以下の部門連携企画および年次大会でのOS企画の実施を支援しました。

(1) 法工学専門会議との部門連携企画

環境工学部門で取り扱う公害問題や廃棄物処理などの技術分野では、さまざまな法律に基づく基準や規格を通じて法律との関係が深いものの、法工学的な観点での検討はこれまで不足していました。

そこで、法工学専門会議と環境工学部門が合同で、3月5日にWebセミナー「環境技術における法工学～SDGsに向けて～」を開催しました。当日は、騒音問題や廃棄物処理問題に対する4件の問題提起がなされ、それぞれの問題に対して法工学の専門家が回答を行う形で実施しました。この中で環境問題を効果的に解決するための望ましい法規制の在り方などに関し、33名の出席者による活発な討論が行われました。

本企画は好評であったため、2022年度も第2回を実

施する予定です。

(2) 年次大会での OS 企画

9月5日～8日までオンラインで開催された年次大会の最終日に、部門単独セッション「先進サステナブル都市」を実施しました。当日は環境負荷の低減と快適性の両立を可能とする、騒音低減技術、微細藻類によるバイオエタノール生成技術、廃棄物処理施設の高付加価値化技術、再エネ由来電力の有効利用技術、冷暖・給湯の高度化技術、ならびに法工学部門との連携企画などに関する10件の発表と報告が行われました。2022年度に開催される年次大会においても、単独セッションの開催を予定しています。

「音・振動快適化技術と新しい評価法」研究会の活動報告とお誘い

主査：川島 豪
神奈川工科大学

2021 年は、2 月 16 日(火)にオンラインにて開催しました。

参加者は 15 名、國司氏（ディー・シー・シー株式会社）による「海馬の 3D 空間認識～脳で聴く超磁歪型骨伝導スピーカ～」、朝倉先生（東京理科大学）による「有限要素法を用いた耳小骨再建モデルの伝音特性に関する検討」の 2 件のご講演と、土肥氏（小林理学研究所）による「火球による低周波音計測」の話題提供を聴講しました。

最後の意見交換会ではご講演内容に対する質疑応答で盛り上がりました。

また、オンライン在宅の機会が増える中で大学講義、セミナー講習会企画運営受講、学会委員会開催参加など、それぞれの立場で気になったことや苦労したことなどを話し合い、予定した 1 時間を超えて活発な交流をすることができました。

通常の研究会では、最後は場所を移して自由な雰囲気で語れる意見交換会を設けています。

多くの情報交換が期待できる研究会です。皆様の積極的なご参加をお待ちしています。参加ご希望の方は川島（kawashima@eng.kanagawa-it.ac.jp）、江波戸幹事（akihiko.enamito@toshiba.co.jp）、もしくは、朝倉幹事（t_asakura@rs.tus.ac.jp）までご連絡ください。

NEE 研究会の活動報告

主査：添田 晴生
大阪電気通信大学

2021年11月25日、NEE研究会第25回講演討論会を特別講演会という形で、昨年度に続き、オンラインで開催した。

NEE（Numerical Environmental Engineering）研究会は環境分野で数値計算を用いている研究者・技術者が幅広く集う場所の提供を目的として、年 1 回開催される研究会であるが、最近は、数値計算に限定せず、環境分野全般をテーマにして研究会を開催している。

第25回研究会では「感染症への工学・情報学的アプローチ」をテーマとし、京都工芸繊維大学の山川勝史先生、大阪大学の斎藤真人先生、神戸大学の國谷紀良先生にご講演をいただいた。山川先生からは、新型コロナ飛沫感染の流体シミュレーション結果の紹介をいただき、わかりやすい解説とその対策についてご講演頂いた。

斎藤先生からは、PCR検査手法の解説と高速で PCR検査を行うための新しい手法についてご講演頂いた。

最後に國谷先生からは、感染症流行モデルによるシミュレーションの理論の解説とその評価についてご講演頂いた。

昨年に続き、今回もオンラインによる特別講演会という形で行ったため、参加申込者が約 50 名であった。

NEE研究会では今後も環境分野における講演を企画しており、多くの方の参加を歓迎いたします。

NEE研究会のこれまでの活動については下記サイトで確認できます。

http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seeea/seeea/NEE/J-NEE2.html

エネルギーシステム汎用数理モデル研究会の活動報告

主査：齋藤 潔
早稲田大学

熱システムの解析には、構成する要素内部の物理現象を考慮したモデルのみならずシステム全体の特性を考慮したモデルなど、レベル・規模別に分類し構築した数値解析が大いに有効である。

各大学・企業・研究機関が各自解析コードで行われている計算評価より公正かつ一般化された統合解析コードを作成し、共有すれば信頼性のある解析結果を

持つシステム解析に大いに貢献できる。

この一連の研究活動の中で、統合解析コードは日本冷凍空調工業会における標準コードとして認定され様々なシステムの評価に活用されてきている。

本年度には、解析コードの使い勝手や計算手法に対する改善を進めてきた。計算コアの機能を完全に構造化し、独立性を担保することにより、新しいデバイスのモジュールの作成が非常にシンプルになることや計算時の入出力値が自由に設定できること、また、システム解析の計算途中、運転パターンの変更による一時停止後に連続して計算再開ができるなど、統合解析コードの更なる機能拡張を目指してきた。

これらの研究成果として研究会のメンバーの協力をもとに、9月8日～10日で開催された2021年度日本冷凍空調学会年次大会の国内学会のほか、2021年6月16日～18日に開催された2nd IIR Conference on HFOs and Low GWP blendsと10月14日～15日に開催されたJRAIA International Symposium 2021の国際学会で報告を行った。

来年度には、さらなる解析コードの拡張を考慮し、ニューラルネットワーク技術を応用したエネルギーシステム汎用数理モデルに関連する様々な議論の場を設け、モデルの作成を含め、解析コードの扱いなどに関する更なる工夫と活用に取り組んでいく予定である。

「サーモインフォマティクス研究会」活動報告

主査：宮崎 隆彦
九州大学

本研究会は、地球温暖化やエネルギー資源に関連する諸問題に対して、エネルギーの最終形態である「熱」と「情報学」との融合によって既成概念を超えた革新的発展を追求することを目的に、2020年11月に活動を開始しました。

実際に集まって会合を開くことは未だできておりませんが、2021年1月28日に第1回研究会、9月6日に第2回研究会をどちらもオンラインで開催しました。また、2022年3月1日に第3回研究会をオンライン開催する予定です。

これらの研究会では、研究会参加者が取り組んでいる研究課題の紹介や情報学の応用事例に関する外部講師による講演を行なっています。また、意見交換の時間を比較的長くとり、充分な意見交換ができるようにしています。

第2回研究会では、放射線計測分野から九州大学・金 政浩先生、及び、熱交換器・冷凍空調分野から早稲田大学・GIANNETTI Niccolo先生をお招きして、それぞれの分野における情報学との融合の取り組みについて紹介していただきました。第3回研究会では、産業界における研究ニーズについての話題提供をいただく予定です。

2022年度も引き続き研究会の活動を実施します。「熱」と「情報学」の融合に興味をお持ちの方は、宮崎（tmiyazak@kyudai.jp）までご連絡ください。

研究会ウェブサイト：
https://www.thermoinformatics.lab.uec.ac.jp

環境・エネルギー媒体研究会の活動

主査：粥川 洋平
産業技術総合研究所

熱は、人類の文明活動の結果、環境に捨てられる「廃棄物」の中でも特に重要なもののひとつである。

環境に捨てられる熱を最小化するために、環境との境界領域で稼働する熱機器の効率向上は熱工学の最重要課題であって、特にエアコン・冷蔵庫・ヒートポンプや発電サイクルに用いられる作動流体の熱物理的性質（熱物性）を可能な限り正確に把握することが重要である。

再生可能エネルギーという観点からは、水素やバイオ燃料等のエネルギーキャリアとしての流体に関する知見もまた重要である。

これらについての理解を深める場として、本研究会は2017年度に発足し、これまでに何度か研究会を開催してきた。

機械工学の視点だけでなく、研究会には化学工学系の研究者も多く参加しており、研究会における議論では両分野の異なる視点にもとづく新たな意見提案がされる場面も多くあった。

昨年度に設置期間が2023年度まで延長され、さらなる議論の深まりが期待される一方、新型コロナウィルス感染症の拡がりを受けてオフラインでの活発な議論はできない状況が続いている。

研究者間の個別の議論はオンラインミーティングを利用して継続している状況であり、来年度はハイブリッドの形で再び活発な研究会の開催が実現するよう、感染状況の収束を願っている次第である。

手作りで音を楽しもう
―環境にやさしい夏休み親子向けイベント―

第１技術委員会　土肥 哲也
一般財団法人 小林理学研究所

第１技術委員会では、環境に関する身近なテーマである「音」に興味をもっていただくことを目的として小学生向けのイベントを行いました。

この企画は、毎年夏休みに実施しているもので、内容は音の原理や仕組みの説明、工作、ゲームなどで身近な「音」の性質を楽しみながら知ってもらう体験型イベントです。13年目を迎えた今年も、昨年と同様、新型コロナウイルス感染拡大防止のためオンラインで開催しました。また、昨年度に続き、ユネスコの決議「The Importance of Sound in Today's World」に基づいて日本音響学会が進めるイベント「International Year of Sound」の一環としても開催しました。

今年度は、8月18日の午後に開催し、小学校１年生～４年生の親子20組にご参加いただきました。

１時間目の「音の話」では、音ってなんだろう？をテーマに、色々な音を聞いてもらうことで、音の高さや大きさなどの音の性質を体感してもらいました。今年は音当てクイズも行いました。２時間目の「工作」は、アフリカの民族楽器であるボンゴラピアノの工作キットを用いて楽器を作る内容で、音が出る仕組みや、音程の調整の仕方を学ぶことで、自分で楽器を作る楽しさを体験してもらいました。今年は事前にキットを参加者に発送してご自宅で作成して貰いました。工作後はネット上で曲を披露してもらいました。

最後の時間は、身のまわりの音の大きさをビンゴの数字に置き換えた音ビンゴゲームを実施しました。今年は参加者に事前に配布した果物の名前を記した帽子を被って頂き、いちごさん、マスカットさんなどの名前で呼びました。コロナ渦にもかかわらず、子供達の楽しそうな顔の表情が印象的でした。

今回のイベントもオンラインで実施したため、地方から参加されるなど、対面の時と異なる傾向がみられました。緊急事態宣言下のため東芝科学館は閉館していましたが、科学館のご協力のお陰で何とかオンラインで音の啓蒙活動を実施することができました。

今後も音を身近に感じて貰い、理系に関心を持って貰うべく活動を継続したいと考えています。

最後に、13年間に渡りご協力頂いた東芝科学館、環境工学部門所属（東芝、千代田化工、中央大学、山梨大学、東海大学、理科大学、日立ほか）関係者各位に感謝いたします。

コロナ禍での学会活動

第２技術委員会　鈴木 康夫
JFE エンジニアリング株式会社

コロナ禍により、大学はもとより多くの企業が出社率削減とともに出張も原則禁止となり、当然、学会などの社外団体活動も停滞してしまった。しかし、恐る恐る？ WEB を活用した会議や講演会等が実施されるようになって、急速にその範囲が広がったことはご承知のとおりである。

一気にリモート会議システムが活用され、一般化したことで、会議・講演会・講習会などの形式も一変した。当初は不慣れもあって、トラブルが多かったようだが、迅速なシステムの改良とともに利用者の慣れによって、すぐに定着したことは驚くばかりである。WEB開催は、地理的問題を無にすることができ、遠隔地からの参加が容易になることがきわめて優れている。従来、参加を断念していた方々も参加でき、人数制限も少ないことで、参加者が急増した講演会もあった。移動しないことでCO_2排出を減らせることも意義があるだろう。

完全な WEB開催とともに、注目されているのは、会場とWEBを併用するハイブリッド式の開催である。今後はこの方式が主流になるのではないだろうか。やはり、生で話を聞きたいというニーズは必ずある。録音で聞くのではなくコンサートに行きたいと思うのと同じように、講師や会場の熱気が伝わることは重要だ。研究発表の注目度によって、その場の雰囲気ががらりと変わることが実感できる。

写真は2021年10月にハイブリッドで開催された廃棄物資源循環学会研究発表会の様子である。座席間隔は広くとってあり、現地での参加者は例年の半分程度であろうか。しかしWEBでの参加者を合わせると通常時より多くの方が参加したようだ。

一方、見学会は壊滅的な状態であった。現場を守る方々は感染に対し非常に敏感で、見学不可になった施設が多かったこともある。一部 WEB 見学会も試行されたが、素人が撮影する映像はさすがに苦しい。今後の仮想現実対応技術を待たないといけないだろう。

オンライン見学会「「日本一おいしい水」ができるまで！名古屋市鍋屋上野浄水場」

第３技術委員会　義家 亮
名古屋大学工学研究科

2022年1月7日(金)にオンライン見学会「「日本一おいしい水」ができるまで！名古屋市鍋屋上野浄水場」を開催いたしました。鍋屋上野浄水場は、1914年9月に名古屋市で最初に造られて以来、数回の拡張を経て現在に至る歴史と伝統のある浄水場です。敷地内には緩速系と急速系の二系統の浄水処理施設を備えています。薬品を用いる急速ろ過法が主流となった現在、全国的には珍しくなりつつある緩速ろ過池ですが、緩速ろ過法は薬品を使わずに生物の浄化作用を活用した浄水処理の原点とも言える処理法で、木曽川水系の良質な原水がなければ採用できない処理法でもあります。名古屋市上下水道局では、平成18年より「名水プロジェクト」、平成23年より「日本一おいしい水プロジェクト」を実施するなど、安心・安全でおいしいなごやの水道水の供給に取り組んできており、そのシンボルとして緩速ろ過法を今後も継続するということです。

本オンライン見学会では、上下水道局職員の方々が浄水場内を歩きながら現地施設の説明等を行なう様子を参加者の皆様にZOOMでライブ配信しました。

説明の合間には、事前に録画された動画や写真を用いるなど、効率的な時間配分とする工夫がなされていました。あいにくの強風により水面が波立ち、浄水池の高い透明度を画面越しに確認することはできませんでしたが、マイクに入る風切り音や冬の寒さに負けじと声を張り上げる職員の方々の様子から、広大な浄水場を想像するに十分な臨場感を得ることができました。当日は多くの企業会員の方々を含む約70名の参加者がありました。

最後に、本見学会の実施をお引き受けくださった名古屋市上下水道局・鍋屋上野浄水場の皆様には、本紙面をお借りして感謝の意を申し上げます。

夏休み親子向けイベント企画「熱を体験してみよう」の開催

第４技術委員会　永田 淳一郎
三機工業株式会社

次世代を担う児童たちに工学や機械、エネルギーに興味を持ってもらうために、2021年7月31日に夏休み向け親子イベント「熱を体験してみよう」を開催しました。身近にあっても目に見えない「熱」の様々な性質を体験キットにより知ってもらう体験型イベントです。本イベントは2011年から開催しており、今回は11回目です。

例年は科学館や企業のミーティングルームで開催していますが、コロナ禍のため昨年度に引き続きウェブ開催となりました。

昨年度は初のウェブ開催ということもあり、応募枠を絞って10名の子供たちに参加頂きましたが、今年度は応募枠を増やし、26組30名の小中学生の子供たちに参加頂きました。また、ウェブ開催のため関東圏のみならず、中部圏、関西圏と幅広い地域からご参加頂くことができました。

体験学習は2つの実験を行いました。はじめにヒートポンプ体験キットを使って空気の圧縮と膨張による空気の温度変化を体験し、エアコンの原理について学習しました。そのあとは、エコカイロを使って、液体が固体に凝固するときに発熱することを体験し、都市の排熱回収と利用方法について学習しました。

体験キットを用いて参加者が実際に手を動かすことで、身近にあっても目に見えない「熱」の性質を児童たちばかりでなく保護者の方々にも楽しみながら理解してもらうことができました。また、身近な工業製品が、体験学習で学んだ「熱」の性質を利用して製作されていることも、理解してもらうことができました。

ウェブ開催のため、やりとりに制限もある中、子供たちの積極的に取り組む姿勢に助けられ、無事にイベントを終了することができました。

本年の反省点や改善点を生かしつつ、今後も本イベントを継続していきたいと考えております。最後に、関係者各位に感謝致します。

トピックス

流れによる多孔板の吸音性能の改善

濱川 洋充
大分大学

1. はじめに

近年、様々な機械において騒音が問題となっており、低騒音化は重要なセールスポイントの一つである。

一般的に機械から発生する音を吸収するためにはグラスウールや多孔材などの吸音材が使用されている。

このうち多孔板による吸音に関しては、これまでに数多くの研究が行われている[(1)~(6)]。Guess や Melling は、多孔板の吸音性能の予測式を明らかにした[(1)(2)]。

ところで、背後空気層を有する多孔板において孔を通過する流れがある場合には、流れ無しと比べ吸音性能が向上することが明らかにされている[(4)(5)]。しかし、その詳細は未だ明らかにされていない。

また、Guess[(1)]によると吸音性能は孔を通過する流れや乱れの影響を受けるため、孔形状を工夫すると吸音性能が改善することが予想されるが、その効果は明らかにされていない。著者らは孔を通過する流れがあるときの多孔板の吸音性能に及ぼす流れの影響について検討を行ってきた[(4)~(6)]。

本稿では、多孔板の吸音性能に及ぼす流れおよび孔形状の影響について紹介する。

2. 垂直入射吸音率に及ぼす孔通過流速の影響

多孔板を通過する流れがあるときの垂直入射吸音率の実験結果の一例[(6)]を紹介する。

多孔板は図１に示すように厚さ 3.0 mm のアルミ板に直径 2 mm の孔を 64 個配置したものである。多孔板の背後空気層の厚さは 50mm である。実験方法の詳細は文献(6)を参照されたい。

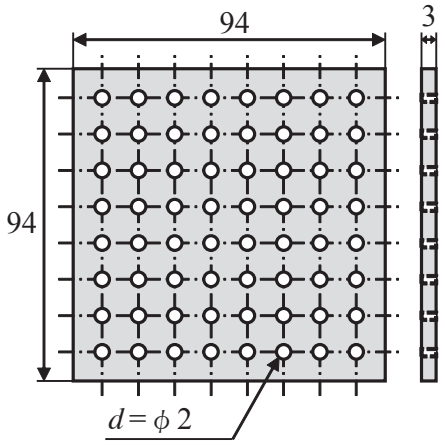


図１　多孔板の形状[(6)]

図２は、多孔板の孔を通過する断面平均流速 U が 0～9.1 m/s のときの垂直入射吸音率 α の周波数特性である。孔断面は面に垂直であり、開口率は 0.023 である。U が増加するにつれて吸音率は増加し、7.5 m/s 時に 571.25 Hz で吸音率が最大の 0.999 となる。さらに流速が増加し 9.1 m/s になると吸音率の最大値が若干低下し、高周波数側で吸音率が増加する。

図２中丸印は、U が 9.1 m/s のときの Guess の提案した式[(1)]を用いた予測結果である。ピーク周波数は実験結果とおおよそ一致するが、吸音率 α がピーク周波数よりも高周波数側で実験結果より低くなる。

図２中三角印は、U = 5.8 m/s のときの予測結果である。実験結果とおおよそ一致する。

図２中四角印は、U = 2.5 m/s のときの予測結果である。ピーク周波数はおおよそ一致するが、α のレベルが実験結果より高くなり一致しない。

図３は、同様の吸音特性を示す多孔板における U = 6.4 m/s のときの孔下流側の瞬時の渦度の分布[(6)]である。多孔板は、厚さ 3.0 mm のアルミ板に直径 10 mm の孔を 4 個配置した。図３(a)は音を入射しない場合、図３(b)は実験装置[(6)]の開端側から 432 Hz で 120 dB の純音を入射した場合の結果である。図３(b)のとき、432 Hz で吸音率は最大となる。

白い部分が反時計回り、黒い部分が時計回りの渦度を表している。純音を入射しているときの方が規則的に渦が形成されており、入射音と同じ 430 Hz の間隔となる。多孔板の孔を通過する平均流れがあるときに

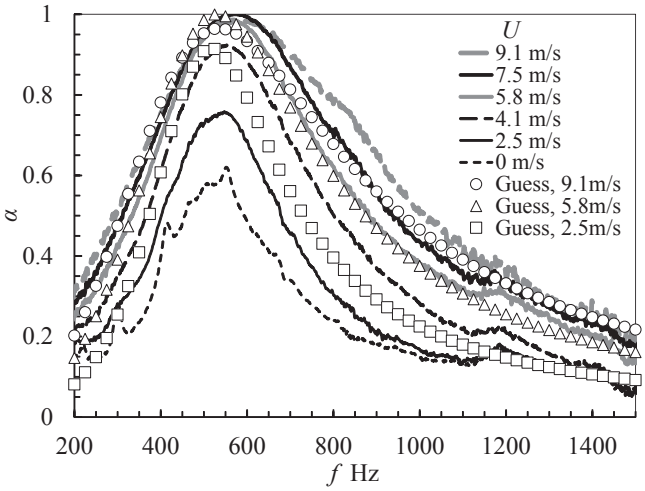
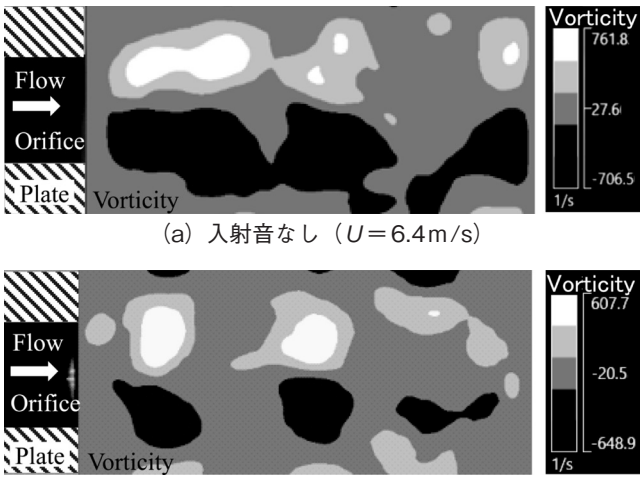


図２　垂直入射吸音率に及ぼす孔通過流速の影響



(a) 入射音なし（U＝6.4m/s）

(b) 432Hz、120dB の純音入射（U＝6.4m/s）

図３　多孔板の孔直後の渦度分布[6]

吸音率が増加する原因は、入射音によって孔出口において規則的な渦が生成され、音響エネルギーが消費されるためと考えられる。

3. 垂直入射吸音率に及ぼす孔形状の影響

次に吸音率に及ぼす多孔板の孔のテーパーの影響[6]について紹介する。図４は図１に示す多孔板の孔入口側に 60° のテーパーを付けた場合の結果である。

孔の最小径はテーパーが無いときと同じである。流速が増加するにつれて吸音率が増加するが、テーパーが無い場合よりも低速の 5.8m/s で吸音率が最大となり、772.5Hz のとき 0.998 となる。さらに流速が増加するにつれて最大値は低下するが、高周波数側で吸音率が増加する。

図５は多孔板の孔出口側に 60° のテーパーを付けた場合の結果である。流速が増加するにつれて吸音率が増加するが、テーパー無しよりも低速の 5.8m/s のときに吸音率が最大となり、927.5Hz で 0.996 となる。

さらに流速が増加するにつれて最大値は低下する。また、流速が増加するにつれて吸音率のピーク周波数が高周波数側に移動する。両者を比較すると、テーパーが流れの方向に対して孔の出口側にある方が入口側にある場合よりも高周波数側で吸音率が増加する。

4. おわりに

本トピックスでは、流れによる多孔板の吸音性能の改善事例を紹介した。一般的に機械から発生する音を吸収するためにはグラスウールや多孔材などの吸音材が使用される。これらは断熱材としても利用されるため、発熱機器では温度上昇などの熱的な弊害があり、吸音材としての利用が困難な場合がある。多孔板において孔を通過する流れを空冷などの冷却用に利用すれば、温度上昇などの問題が生じる発熱機器からの騒音の低減にも利用できると考えられる。

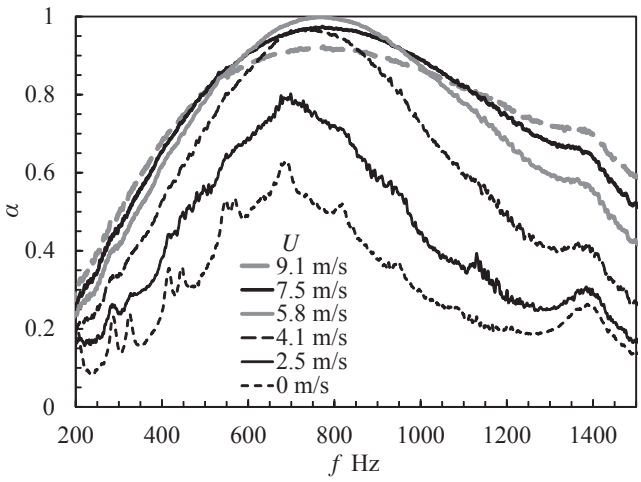


図４　孔入口側にテーパーがある場合の吸音率の変化

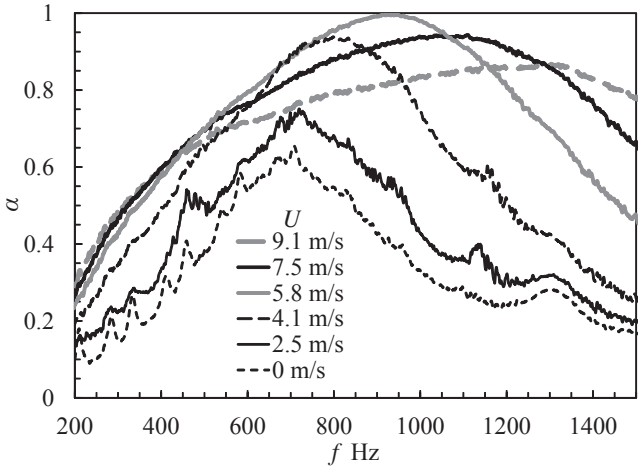


図５　孔出口側にテーパーがある場合の吸音率の変化

〔参考文献〕

(1) A. W. Guess, “Calculation of perforated plate liner parameters from specified acoustic resistance and reactance”, Journal of Sound and Vibration, Vol.40, No.1, (1975), pp.119-137.

(2) T. H. Melling, “The acoustic impedance of perforates at medium and high sound pressure levels”, Journal of Sound and Vibration, Vol.29, No.1 (1973), pp.1-65.

(3) 西村正治, “多孔板の吸音機構とその非線形性”, 公益社団法人日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集, 2-1-17, (2015), pp.107-110.

(4) H. Hamakawa, H. Matsuoka, T. Yamai, K. Asakura, T. Otsuru, R. Tomiku, E. Kurihara, H. Hayashi, E. Nishida, “Acoustic absorption characteristics of perforated thin plate with air jets and cavity”, Open Journal of Fluid Dynamics, 5, (2015), pp.1-9.

(5) H. Hamakawa, M. Miyazaki, Y. Asai, E. Kurihara, E. Nishida, H. Hayashi, “Prediction of acoustic absorption performance of a perforated plate with air jets”, Journal of Thermal Science, Vol.26, No.4, (2017).

(6) 石川颯馬, 下岡聖, 濱川洋充, 栗原央流, 林秀千人, “多孔板の吸音性能に及ぼす流れおよび孔形状の影響”, ターボ機械, 第 49 巻第 10 号, (2021), pp.614-622.

トピックス

廃棄物処理施設の焼却炉運転自動化への取り組み

小嶋 浩史
JFEエンジニアリング株式会社　環境本部 PPP事業部 運営部

1. はじめに

昨今、少子高齢化、労働力不足が進んでいる社会背景の中、一般廃棄物処理施設では、建設後の運営業務を民間事業者へ委託するDBO（Design Build Operate）方式や長期包括運営方式等の採用が主体となっている。このため、廃棄物処理施設を安定・安心に運転するベテラン運転員の不足が顕在化し、運営サービスの向上を図る上での課題となりつつある。

当社は、この課題の解決に向けて廃棄物処理施設の「無人運営」を目標として、自動化・高度化・省力化システムの開発を進めている。ここでは、廃棄物処理施で運転業務の主体となる焼却炉の運転操作を全自動とする技術、焼却炉自動運転AIシステム（ブレイング、BRA-ING）※1［以下：本システム］の概要と導入効果を紹介する。

2. 目的

図1に本システム導入前後における廃棄物焼却炉の運転イメージを示す。

一般廃棄物処理施設の焼却炉の多くには、自動燃焼制御装置（Automatic Combustion Control：以下ACC）という、ごみの燃焼を自動制御する装置が適用されており、焼却炉に投入するごみ質の変動が小さい場合は、ACCの制御により自動で安定なごみの燃焼状態を維持している。

しかしながら、焼却炉で処理するごみは常に変動し、ごみ質の変動が大きくなると、燃焼状態の変動も大きくなる。このような場合に、運転経験を積んだベテラン運転員が、常時燃焼状態を監視し、安定操業に支障が生じると察知した際に、ACCの制御に対して、燃焼改善操作を行なっている。本システムの目的は、この運転員が行う介入操作を自動化することと、本システムが運転員に代わり介入操作を行なうことで、監視や運転操作業務を大幅に低減することである。

図1　一般廃棄物処理施設の焼却炉運転イメージ

3. システム概要

図2に本システムの概念図を示す。本システムには主に2つの機能がある。

1つは、運転員が焼却炉の運転時に、各プロセスデータを監視し、燃焼改善が必要と判断した際に行ってきた介入操作のデータから、機械学習によりこれらの操作内容をモデル化した、“自動介入モデル”。もう1つは、AI技術を活用し、ITVモニタ映像から燃焼の良し悪しの状態を数値化する“AI燃焼画像解析システム”である。

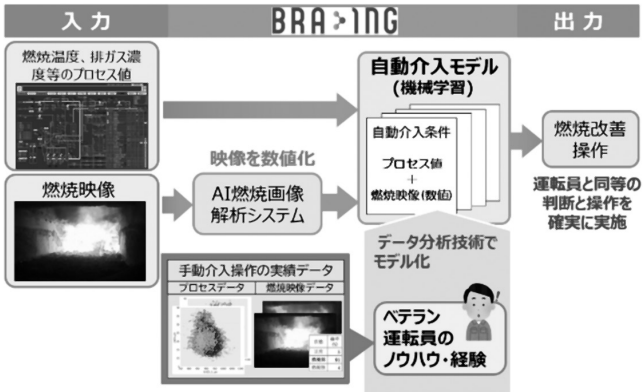


図2　システムの概念図

3-1. 自動介入モデル

運転員が介入操作を行なう操作項目は複数ある。

自動介入モデルは、操作項目ごとに介入操作が行われた際のプロセスデータ、介入操作を行う際に複数の操作項目の中から操作する項目、及び操作量、そして、介入操作からACCに戻す条件等を、膨大なデータの分析結果から得られている。本モデルにより運転員が経験により習得してきた介入操作がプログラム化できている。なお、モデルの作成迄には、データ分析に加えて、複数施設のベテラン運転員へのヒアリングも行ない、モデルの精度を上げてきた。

3-2. 燃焼画像解析システム

焼却炉の運転員は、さまざまなプロセスデータと同

様に、燃焼炉内を監視するカメラ映像をITVモニタで監視し、燃焼状態の良し悪しを判断している。燃焼画像解析システムは、AI画像解析技術を活用し、運転員が常に監視している焼却炉内のごみの燃焼状態の良し悪しを運転員に代わり判断する機能を有している。ここで行う判断とは、燃焼状態の良し悪しを数値化することであり、これらの数値はプロセスデータと同様に自動介入モデルに取り入れて、自動操作の判断に活用している。

図3に各種モデルにより本システムが自動操作する項目を示す。これらの操作項目は、これまで運転員が燃焼改善に向けて操作を行うほぼすべてである。

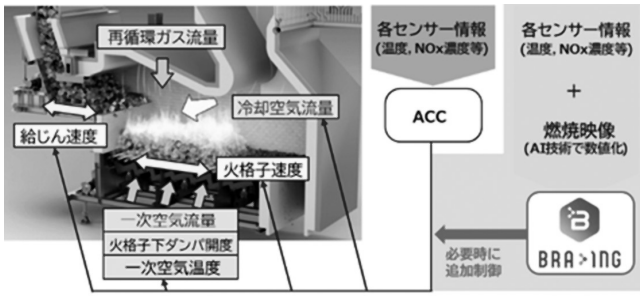


図3　システムが自動操作する項目

4. 導入効果

本システムは2018年10月に開発を完了し、当社が運営を行っている施設での実運転で機能確認を継続しながら機能を強化してきた。そして、2020年7月に製品化し、現在9施設で活用している。

これら施設の運転で得られた効果には次の3つがある。①運転員が行う燃焼介入操作の完全自動化、②燃焼の安定性向上、③発電電力量の増加である。

4-1. 操作の自動化

図4はシステム導入前後で一日あたりの平均介入操作回数を整理した結果である。本施設では2021年2月に本システムを導入し、2月後半に初期調整を完了、その後継続して活用をしている。

この結果から、運転員が安定燃焼のために日々行っていた介入操作が不要で焼却炉の運転ができている。

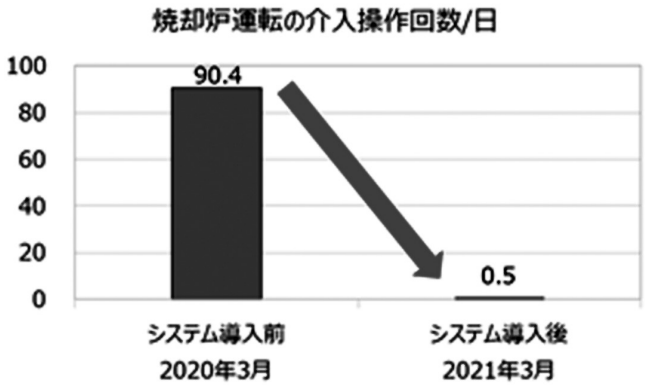


図4　システム導入前後の介入操作回数

4-2. 燃焼の安定性向上

図5に燃焼の安定評価として、本システムの初号機を導入した施設での半年間の燃焼管理温度推移を示す。

この結果から、本システム導入により、運転員の操作に代わり自動運転により、ごみの安定燃焼の向上が確認できている。

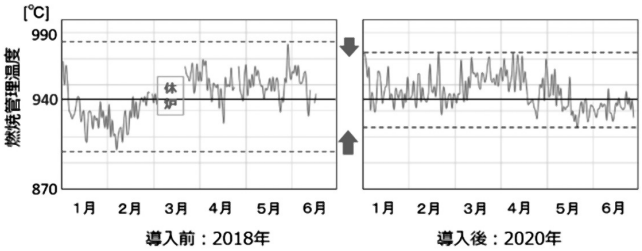


図5　半年間の燃焼管理温度推移

4-3. 発電電力量の増加

多くの一般廃棄物処理施設では、ごみの燃焼で発生した熱で蒸気を発生させて、その蒸気をタービン発電機に用いることで電気を回収している。

図6にごみ処理量当たりの発電電力量の推移を本システムの導入前後数年間分を整理した結果を示す。

この結果から、2018年度下期に本システムを導入後、ごみ1トン当たりの処理で回収した平均発電電力量は導入前に比べ約4％向上している。

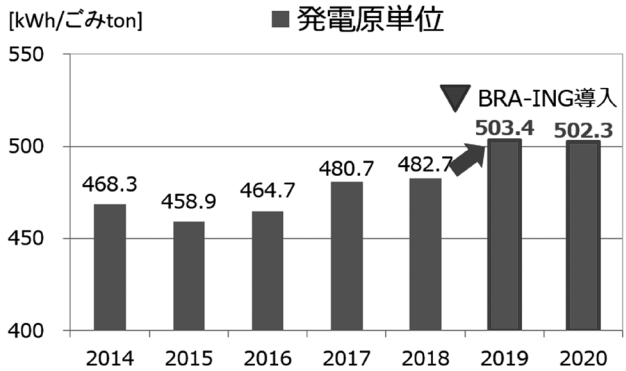


図6　ごみ処理量当たりの発電電力量の推移

5. おわりに

一般廃棄物処理施設の運営形態の変化とDXによる変革に伴い、一般廃棄物処理の建設や運営事業に係わるプラントメーカは、最新のIoT、データ分析、AI技術の活用を加速している。当社は、今回紹介した、廃棄物焼却炉の自動運転に続いて、自動化の範囲を拡大しており、プラントの運営・運転・維持管理全体の自動化を目指した技術開発を進めている。

【参考文献】

・田部, 小嶋, 河野：第42回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、pp.206-208. 2021.1
・小嶋, 鈴木：廃棄物資源循環学会誌 Vol32, No.2 pp.123-129. 2021.3

※1：「BRA-ING」及び「ブレイング」は、JFEエンジニアリング(株)の登録商標である。

トピックス

研究開発の「超」効率化に向けたAIを用いた革新的実験計画法「Multi-Sigma」の開発と事業化

河尻 耕太郎
産業技術総合研究所（兼務 株式会社エイゾス 創業者兼研究開発部長）

1. はじめに

研究開発は、今後人類が持続可能な社会を構築する上で必要不可欠な人間社会の機能の一つである。

一方で、研究開発は、コスト・環境負荷という点で、非常に効率の悪い活動でもある。化学工学、あるいは経営学の分野ではスケール効果として知られているが、生産量を増加すると、単位生産量当たりのコストやエネルギー消費量が指数関数的に減少する。逆に、生産規模が小さくなると、単位生産量当たりのコストや環境負荷は指数関数的に増加する。

したがって、研究開発を効率化出来れば、研究開発段階のコストや環境負荷を効率的に削減出来、さらに将来技術の実用化を促進し、社会全体のコストや環境負荷を削減できる。

2. AIによる研究開発の効率化

従来、研究開発を効率化するための方法論として、実験計画法が存在する。実験計画法は、1920年代に、R.A.Fisherによって開発された方法論であり、統計をベースに、現在まで開発が進められてきた。しかしながら、現在の実験計画法は、下記のようないくつかの課題がある。

① 予測精度の限界
② 多重共線性問題
③ 多目的最適化
④ 実験計画の作成方法

①統計による予測は、一般的に重回帰分析などを用いて行われるが、1次線形回帰、2次線形回帰あたりが限界であり、解析対象の事象が複雑な場合、その予測精度に限界がある。②重回帰分析の原理的な課題であり、説明変数間の相関が高いと、重回帰変数が不安定化する。したがって、説明変数間の相関が高い場合、一方を説明変数から除外するなどの処理が必要であるが、説明変数が多くなると、処理に手間がかかる。③実験計画法では、基本的にはバラツキなどの単一目的に対して実施されるケースが多く、面的応答法など人力で最適解を探索する手法が用いられており、自動で多目的最適化を実施する手法に開発の余地がある。④実験計画を作成する際に、1次線形あるいは2次線形など、対象とする事象の傾向があらかじめ分からないと、適切な直行表が選択できない。しかしながら、一般的には、事象の傾向が分からないことが多いため、実験計画の作成に頭を悩ませることも多い。

3. AIを用いた革新的実験計画法

前述の課題を解決するために、従来の実験計画法の枠組みに、複数のAIの手法を組合せた、革新的実験計画法を提案した（図1参照）。

まず、実験計画では、説明変数（実験条件）を、所定の範囲において乱数を用いて実験計画を作成する。実験実施では、得られた実験計画に基づいて実験を行う。深層学習では、実験条件と実験結果のペアデータを、ニューラルネットワークモデル（NN）等の手法で学習し、実験条件から結果を高精度に予測するモデルを作成する。精度の高いAIが得られれば、以降はそのAIを用いて結果をシミュレーション出来る。最後に、多目的遺伝的アルゴリズム（MOGA）によって、前述のニューラルネットワークを用いながら複数の目的変数を同時に満たす実験条件を探索する。これらのサイクルを実施することで、研究開発効率を飛躍的に向上できる。

NNは統計による線形回帰よりも予測精度が高く、多重共線性問題はない。また、MOGAにより多目的最適化が可能である。実験計画はランダムで良いため、事象の傾向を予め知る必要はなく、精度が足りなければ適宜実験データを追加すればよい。

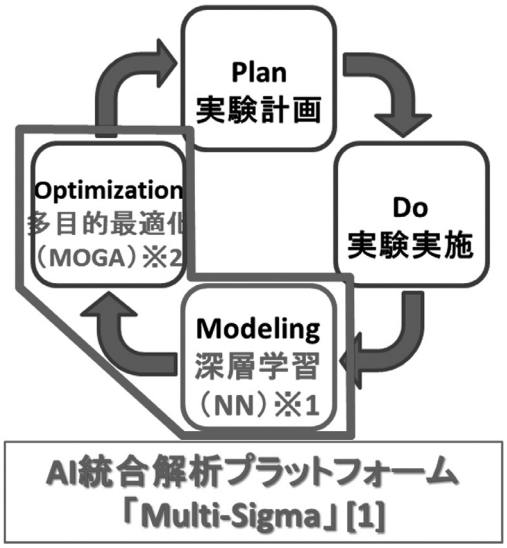


図1　革新的実験計画法

4. 人工心臓におけるケーススタディ

産総研で開発中の人工心臓のデザイン最適化の事例を示す。4つのデザインパラメーターを説明変数、2つの目的変数を対象に、本手法の適用を試みた。

4つのデザインパラメーターの組合せの数は7200通り存在するが、本研究では約60個のランダムな実験条件を作成し、それらに対してCFDを用いて二つの目的変数を推計した。

結果二つの目的変数に対して、推計誤差10％以下で予測可能なNNが得られ、二つの目的変数に対して従来の性能を大幅に上回るデザインを探索することが出来た。後の検証で、30～40程度のデータで十分高い精度が得られることも分かっており、組合せの数の100分の1以下の実験で前述の結果が得られた。これらの成果については産総研のHP上においてプレスリリースされ[1]、新聞などにも取り上げられた[2]。

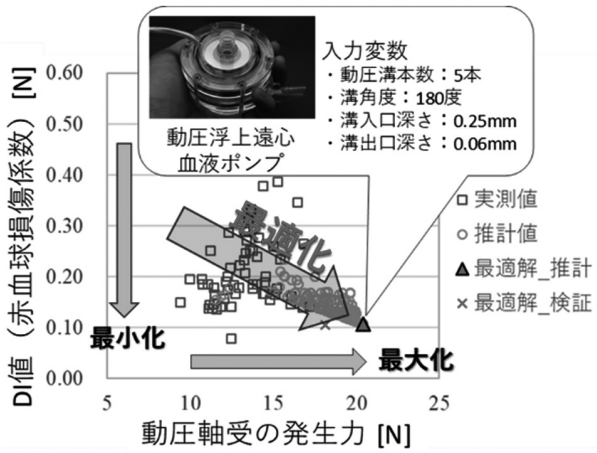


図2　人工心臓の事例結果[1]

5. AI統合解析プラットフォーム「Multi-Sigma」

前述の解析が、私しかできないということになると、社会への普及は望めない。そこで、前述のような解析を、誰でも、どこでも、どのようなハードウェア上でも実施できるように、ウェブアプリ「Multi-Sigma」を開発した。

Multi-Sigmaでは、下記のような基本的な機能を一つのプラットフォーム上で実施可能である。

- 深層学習による予測
- 要因分析
- 多目的最適化
- 実験計画の作成
  （＋モンテカルロシミュレーション）

Multi-Sigmaでは、ほとんどの処理は自動化されており、簡単な条件設定とボタンのクリックで前述の解析が実行可能である。AIやプログラミングの知識がなくても使用でき、同じ手順で解析するため、誰でも同じ解析品質で解析できる。また、ウェブアプリなので、ネットワークさえつながれば、どこでも、どのようなハードウェア上でも使用でき、極端な話スマートフォン上でも使用できる。GPUサーバーの購入やメンテナンスに手間をかける必要もない。

大学の研究室など、学生が入れ代わり立ち代わり研究を実施する場合、解析能力の継続性と解析内容のトレーサビリティが課題になる。前述のシステムであれば、毎回新人学生にPythonとAIをゼロから勉強させる必要はなく、解析能力は一定に担保され、簡単に引継ぎ出来る。解析内容と結果は全てクラウド上に保存され、誰でも後からトレース出来る。

これらの技術が認められ、エコテックグランプリ2021において日鉄エンジニアリング賞＆日本ユニシスBIPROGY賞を受賞した[3]。

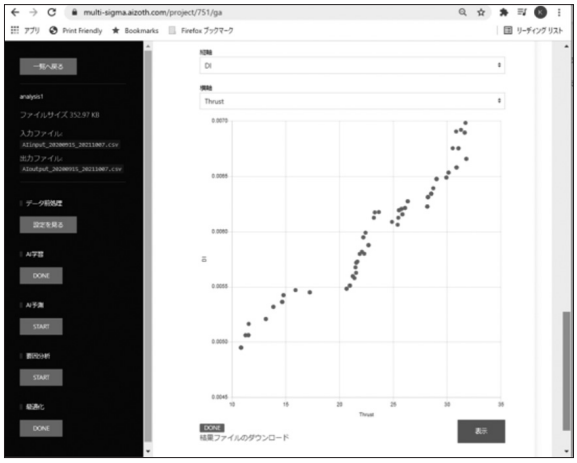


図3　Multi-Sigma画面

6. 事業展開

現在、前述のMulti-Sigmaや、AI等を用いた解析技術を用いて、下記の4つの事業を展開中である。また、昨年には、NEDO事業のアルミニウムのリサイクルプロセスの事業の一環として、LCA評価やAI解析の事業者に選定された。

- ウェブAI解析アプリの提供
- AIに関する技術コンサルティング
- AIを用いた条件だし支援サービス
- AIに関する受託研究・開発

現在、巷ではAIやDXはホットトピックである一方、AIの活用はまだ一部の限られた組織・人にとどまっているように思われる。

Multi-Sigmaは、昨年あたりから大学・企業を中心にユーザーを増やしており、潜在的な需要の大きさを実感する。今後、このようなアプリやサービスを充実させ、誰もがAIを活用できる、持続可能でスマートな社会の構築に貢献していきたい。

〔参考文献〕

[1] 産総研，
https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2020/nr20201013/nr20201013.html
[2] https://storage.googleapis.com/aizoth-web-dev/uploads/article/thumnail/20210218_21_159.pdf
[3] https://techplanter.com/news/

トピックス

100℃程度の低温廃熱を利用する吸着材蓄熱システムの開発

中田 拓司・鎌田 美志・川上 理亮・谷野 正幸
高砂熱学工業株式会社　技術研究所

1. はじめに

昨今、各種工場等では省エネ・環境意識の高まりにより、廃熱利用が推進されている。しかし、低温廃熱に関しては大部分が捨てられているのが現状である。

これら未利用低温廃熱の活用を目的として、高砂熱学工業(株)、石原産業(株)、東京電力エナジーパートナー(株)、森松工業(株)、日野自動車(株)、(国研)産業技術総合研究所は、産業技術総合研究所が開発した吸着材「ハスクレイ」をベースに100℃程度の低温廃熱が利用可能な吸着材蓄熱システムを提案し研究開発を行ってきた。

ここでは、2018年7月～2020年1月行ったオフライン熱輸送型の実証試験の概要と試験結果を説明する。

2. オフライン熱輸送型実証試験

2-1. 試験概要

オフライン熱輸送型の実証試験の概要を図1に示す。

トレーラーサイズの蓄熱槽にハスクレイ造粒体を乾燥重量で5.5ton充填した。この蓄熱槽を大型トレーラーで牽引する事で熱輸送を行った。

本試験では、日野自動車羽村工場内のコージェネレーションシステム（CGS）の廃熱を蓄熱し、大型トレーラーにて約2km輸送を行い、羽村市スイミングセンターへ放熱を行う事で高温低湿空気を供給した。

2-2. 廃熱源と蓄熱設備の概要

廃熱源として日野自動車羽村工場の既存CGSにおいて、88℃のジャケット温水と100℃以上の排ガスから熱回収を行い、蓄熱材に蓄熱した。

蓄熱運転においては、ファンによって外気が熱回収・蓄熱設備に送られ、88℃のジャケット温水を利用して空気／水熱交換器で昇温された。さらに100℃以上の廃熱回収ボイラの排ガスを利用して空気／空気熱交換器で昇温され、最終的に100℃程度の空気が蓄熱槽に供給された。既存CGS設備のジャケット温水や廃熱回収ボイラの排ガスは需要に応じて温度・量が変動する。そこで、蓄熱槽への供給空気の温度を一定にするため、外気風量などの各種制御を行った。

2-3. 熱需要先と放熱設備の概要

熱需要先である羽村市スイミングセンター既設設備では、ボイラにより25m温水プール用水の昇温や給湯用水の昇温、館内暖房への利用が行われている。

本実証試験において、蓄熱サイトの廃熱を利用する事で、既設ボイラ燃料の消費量を削減した。

放熱運転においては、プール室内の湿潤空気が蓄熱槽へ供給され、蓄熱槽内での吸湿・発熱反応で供給空気を昇温した。昇温された空気は空気／水熱交換器で温水プール用水を、その後に空気／水熱交換器で給湯用水を昇温した。顕熱回収された空気は常温低湿状態になるため、プール天井内の換気やプール室内の夏期の除湿および冬期の暖房に利用した。

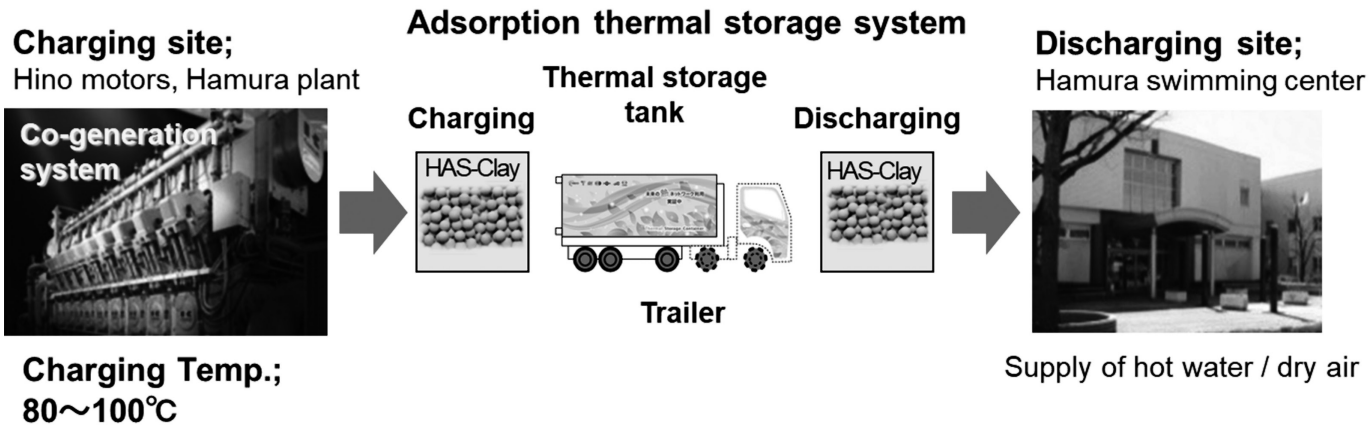


図1　オフライン熱輸送型の実証試験の概要

2-4. 実証試験の工程

今回の実証試験は、年間を通じた運転を確認するため、2019年7月から2020年1月にかけて蓄放熱運転を1回の運転サイクルとして、蓄熱運転を夕方19時頃から4～6時間程度、放熱運転を朝8時頃から10時間程度行った。

3. 実証試験結果

3-1. 蓄熱実証試験結果

蓄熱運転中における蓄熱槽入口空気の温度と相対湿度の平均値はそれぞれ100℃、1.3％ RHであった。

運転開始3時間が経過する前から蓄熱槽出口空気温度が上昇し始め、4時間を超えたあたりで蓄熱槽出口温度が所定の温度に達して運転が終了した。

3-2. 放熱実証試験結果

図2に、放熱運転における各箇所の空気温度の一例を示す。

赤線が蓄熱槽出口空気温度であり、運転開始直後は80℃以上と高温であった。緑線が温水プール用水との熱交換後の空気温度である。黒線が給湯用水との熱交換後の空気温度である。

このように、熱負荷が大きい施設稼働開始時刻から放熱運転を開始し、カスケード的に熱利用することで、放熱量のうち90％以上を有効利用することができた。

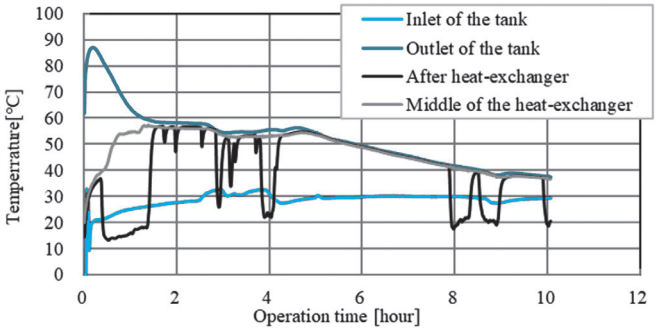


図2　放熱運転結果の一例

3-3. オフライン熱輸送の季節間評価

蓄熱効率を放熱後蓄熱量に対する放熱量の割合とし、それぞれの熱量を蓄熱槽出入り空気温度差から算出した。蓄放熱サイクル1回の蓄熱効率を算出した結果、各季節における蓄熱効率の平均値はそれぞれ夏期91％、中間期91％、冬期90％であった。全体平均値は91％であった。今回の実証試験では、蓄熱運転終了から放熱運転開始まで6時間以上経過しているが、90％以上の蓄熱効率であった。また、冬期に蓄熱効率が低下しないことも確認できた。

これにより、実運用条件においても、外気温の影響などによる放熱ロスがなく、通年を通して安定した熱供給が可能であると評価できた。

3-4. CO_2 削減についての評価

図3に、CO_2 削減についての一例を示す。

赤い棒グラフは、蓄熱システムからの供給熱量を都市ガス使用量に換算し、その量に対する CO_2 排出量を示している。すなわち、当システムによって削減した CO_2 排出量であり、227.7kg-CO_2 であった。

青い棒グラフは当システムによって生じた CO_2 排出量を示している。これは蓄熱サイト及び放熱サイトでのファンの電力から算出した CO_2 排出量と蓄熱槽輸送時の CO_2 排出量であり、それぞれ89.8kg-CO_2 と1.5kg-CO_2 であった。

このように、蓄熱システムを利用することで CO_2 排出量が約6割削減されることを確認できた。

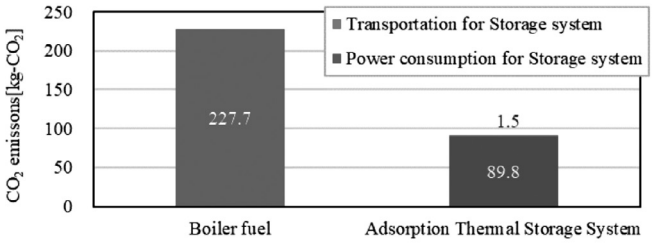


図3　放熱運転結果の一例

4. おわりに

オフライン熱輸送の実証試験により、夏期・中間期・冬期を通じた蓄放熱特性を確認した。この結果、カスケード利用を行う事で放熱量のうち90％以上を施設で有効利用することができること、通年を通して安定した熱供給が可能であること、CO_2 排出量の6割削減が見込めることが明らかになった。

本成果は、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業「低温廃熱利用を目的としたハスクレイ蓄熱材及び高密度蓄熱システムの開発」の結果ならびに羽村市の協力のもと得られたものである。関係各位に御礼申し上げます。

〔参考文献〕

(1) 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合 技術開発センター，産業分野の排熱実態調査報告書，(accessed Apr.30th 2020)，https://thermatdb.securesite.jp/HainetsuChousa/HainetsuReport.pdf
(2) 鈴木他,“高性能吸着材ハスクレイの開発―粘土系ナノ粒子による省エネシステム用吸着材の開発展開―”，産総研学術誌シンセシオロジー研究論文，9巻，3号（2016）.
(3) NEDOニュースリリース「100℃以下の廃熱を利用可能な蓄熱システムの本格実証試験を開始―オフライン熱輸送型と定置型での通年実証―」，2019.7.25.
(4) 鎌田他,“ハスクレイを用いた開放系の吸着材蓄熱ヒートポンプシステムの開発 第1報－小型装置の実験結果と吸着材蓄熱槽の計算モデル”，空気調和・衛生工学会論文集，281巻，2020.8.

IWEE 2023 開催に向けて

1. IWEE 2023 への活動報告

環境工学国際ワークショップは、2022 年から 2023 年に変更して開催します。本シンポジウムは、日本機械学会環境工学部門を構成する騒音・振動改善技術、資源循環・廃棄物処理技術、大気・水環境保全技術、環境保全型エネルギー技術などの先端技術を駆使することにより、自然環境と調和する安心・安全な快適環境を実現するための情報提供、および技術者、研究者などの専門家による最先端の研究・技術開発成果の発表と討論を通して、持続可能な社会へのブレークスルーのきっかけを見出して頂くことが目的です。さらに、法工学専門家会議との連携により、責任のある技術開発の進むべき道とは何かを模索することを議論します。

2. IWEE 2023 開催に向けて

IWEE 2023 は、令和 5 年 7 月頃を開催予定としています。講演は、社会情勢が許せば対面での実施をしたいと願っていますが、新型のウィルスの拡大等を配慮して、ハイブリッドでの開催も視野に入れて準備しています。開催場所は、「島根県立産業交流会館（くにびきメッセ）」を予定しています。当施設は JR 松江駅より徒歩 7 分に立地しており、大変便利な場所です。

当施設は、大規模な展示場・会議室を備えた山陰最大規模を誇るコンベンション施設で、インターネットによるオンライン配信設備も整い、感染症対策も万全を期した施設です。特に講演会場は、フィジカル・ディスタンスを加味した様々なレイアウトに対応可能であり、安心して発表、聴講して頂くことができます。

当施設のある松江市は宍道湖の畔にあり、「国宝松江城」、「松江フォーゲルパーク」、「日本庭園 由志園」など、多くの魅力的な観光スポットがあります。また隣りの出雲市には、縁結びで有名な「出雲大社」もあります。また安来市には、日本一の庭園を有する「足立美術館」もあり、さらに山間部には、出雲地方の古代からの製鉄法「たたら製鉄」の歴史を知ることができる「奥出雲たたらと刀剣館」を訪れることもできます。

IWEE 2023 をこの魅力的な場所で開催すべく、今後準備を進めてまいります。多数のご講演、ご聴講をお待ちしています。

井田 民男
近畿大学バイオコークス研究所

編集後記

環境工学部門では、「騒音・振動改善技術」「資源循環・廃棄物処理技術」「大気・水環境保全技術」「環境保全型エネルギー技術」の 4 つの技術委員会を柱として幅広い活動を行っています。

昨年から続く COVID-19 は、従来の歴史ある対面形式での活動を制限しました。しかし、各委員会がそれぞれ工夫を凝らした交流を模索し、情報の発信、技術の発展を進めています。このニュースレターがそれらの助力になれば幸いです。

最後になりましたが、本ニュースレターの発行に際して、ご協力いただいた執筆者ならびに関係の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

（藤木 隆史：新明和工業（株））

環境と地球　編集室

環境と地球 No.33　2022 年 4 月 10 日発行
日本機械学会環境工学部門　広報委員会
〒 162-0814
東京都新宿区新小川町 4 番 1 号 KDX 飯田橋スクエア 2 階
電話 03-5360-3500／FAX 03-5360-3508
部門ホームページ：http://www.env-jsme.com/
©2022　一般社団法人　日本機械学会

委員長
山極 伊知郎（(株)神戸製鋼所）
副委員長・ニュースレター編集長
藤木 隆史　（新明和工業(株)）
委員
神山 直樹　（荏原環境プラント(株)）
小林 信介　（岐阜大学）
永田 淳一郎（三機工業(株)）