ISSN 2185-372X



# THERMAL ENGINEERING

## TED Newsletter on the WEB

日本機械学会熱工学部門ニュースレター
TED Newsletter No.99 April 2023

目　次

1. 第 101 期 部門長あいさつ
教授　高橋 厚史
（九州大学大学院工学研究院，
カーボンニュートラルエネルギー国際研究所）

2. TED Plaza

- エネルギーキャリアとしてのアンモニア燃料の利用
  岸本　将史（京都大学）
- Formation and Control of $N_2O$ During Ammonia Combustion: A Summary of What We Know to Date
  Ekenechukwu C. Okafor（九州大学）

3. 各種委員会活動報告

4. 行事案内

- 部門企画行事案内
- 部門関連行事案内
- 国際会議案内

5. その他

- 編集後記

# 第 101 期 部門長あいさつ

**第 101 期 熱工学部門長**

**九州大学大学院工学研究院，カーボンニュートラルエネルギー国際研究所**

**教授 高橋 厚史**

**takahashi@aero.kyushu-u.ac.jp**

2023年4月より第101期の熱工学部門長を仰せつかりました九州大学の高橋厚史と申します．部門長就任にあたり，ひと言ご挨拶申し上げます．

まず初めに，わが国では2020年の初頭から3年の長きにわたって続いたコロナ禍にようやく出口が見えたことを何よりも喜ばしく思っています．振り返りますと，当初はこれがパンデミックかという海外からの衝撃的なニュースの数々に心を痛め，国内においては飛沫と換気の三次元CGが繰り返し放送され，マスクの品不足で初めて気づいたのがグローバル化した供給体制の弱点でしたし，感染防止と経済活動という相対立する社会問題は長らく議論の的となってきました．学「会」という組織は会員間の交流が最大の目的でありますので、感染予防に心を配りながら如何にして講演会・講習会・見学会などのミッションを実行していくのか，関係の方々はかつてないご苦労であったこととお察し申し上げます．その中で，部門の主たる行事である熱工学コンファレンスについては昨年10月に東京大学本郷キャンパスにて懇親会を含めて対面方式が復活したことは大きな意義があったと感じており実行委員会の方々に深く御礼申し上げます．今年度につきましても神戸大学の浅野等先生を実行委員長として着々と対面開催の準備が整っていると聞いております．熱工学部門では伝熱・燃焼・熱物性を主たる柱として広い学問分野にわたる研究対象を扱っており，部門内の交流だけでも多くの学際的アイデアが生まれうる「会」だと私は認識しております．コロナ禍前にも増して深い情報交換の場さらにはセレンディピティーの場として皆様とお会いできることを心待ちにしております．

学会は社会貢献も重要な役目であり，講習会や公開セミナーのお世話をされている方々にも紙面を借りて深く謝意を表させていただきます．当部門が提供している「熱設計の基礎と応用」「計算力学技術者試験対策」「機械学習×熱・流体工学の最先端」という講習会の内容はニーズに即した実践的なもので，特に近年ではリモート開催の利点を生かして多くの参加者を集めています．今後も会員ご自身はもちろん周囲の方々にも参加をお誘いいただければ幸いです．また，当部門に設置されている相変化界面研究会は過去3年間で30回のセミナー開催という非常に高いアクティビティを発揮されており今年度以降も継続されるということを聞いております．世界的課題であるカーボンニュートラル社会の実現へ向けた技術開発はウクライナ戦争に起因するエネルギー価格の高騰とも相まって社会からの強い要請にさらされています．このようなセミナーを通してエネルギーの有効利用と密接に関連する熱工学分野において多くのイノベーションが生まれることを願ってやみません．

最後に，日本機械学会では過去3年間にわたって新しい部門制の準備が行われてきました．その中で実施される部門評価は総勢23の部門をS,A,B,C,Dの5段階に分類評価するというもので，結果を心配されていた関係者もいらっしゃったことと思います．試行的ではあるものの直近の当部門については最高のS評価を受けましたことをここにご報告させていただきます．これも歴代部門長はじめ運営に係わる方々の献身的協力の賜物であることは言うまでもありません．今年度も所属会員および社会のニーズにマッチした部門運営を維持しながら評価指標の一つでもある部門間連携や国際交流をさらに推し進めるべく努力してまいりますのでどうぞよろしくお願い申し上げます．

TED Plaza

# エネルギーキャリアとしてのアンモニア燃料の利用

岸本　将史

京都大学　准教授
大学院工学研究科　機械理工学専攻
kishimoto.masashi.3m@kyoto-u.ac.jp

## １．　はじめに

二酸化炭素の排出を抑制し，脱炭素社会を実現することが目指されている．そのためには太陽光や風力などを利用した再生可能エネルギーの大量導入が必要であるが，自然現象に依存したものであるため，時間的，空間的に一様一定ではないという問題がある．これまで通りの生活を送るためには，変動する再生可能エネルギーを何らかの形で貯蔵・輸送する技術が必要となる．その際に候補となるものは，すでに利用されている揚水式発電や，様々な蓄電池の利用が考えられる．また，実証研究中のものには重力や慣性力を利用したものも存在する．しかし，揚水式発電は建設可能な場所が限られているためさらなる容量の増大は（少なくとも日本国内では）望みづらい．蓄電池やそのほかの蓄電装置も，重量エネルギー密度や体積エネルギー密度が低いという問題がある．そこで白羽の矢が立つのが，化学エネルギー，つまり燃料としてエネルギーを蓄える技術である．具体的には，再生可能エネルギーにより得られた電力を用いて水を電気分解し，得られる水素の形でエネルギーを貯蔵・輸送しようというものである．水素燃料は脱炭素社会に向けた鍵として位置づけられているため，水（水蒸気）電解技術や，水素を用いた発電技術が盛んに研究されている．

しかし，水素は一般的な炭化水素燃料などと比べていくつかの特異な性質を有しており，利用の際の障壁となっている．例えば以下のようなものが挙げられる．（1）沸点が極めて低いため，液化による高密度化が難しい．天然ガスの主成分であるメタンの沸点が-161.6°C であるのに対し，水素の沸点は-252.6°C である．（2）水素原子の大きさが極めて小さいため，金属素材内に容易に侵入，拡散してしまうことで，金属材料の強度を低下させる（水素脆化）．（3）点火エネルギーの低さ，可燃範囲の広さ，燃焼速度の速さなどから，漏洩時の引火・爆発の危険性が高い．（4）ジュールトムソン係数が常温付近において負であるため，圧縮水素を減圧すると温度が上昇するため冷却が必要となる．そこで，貯蔵・輸送の際には水素ではなく，いったん水素を含む化合物に変換し，取り扱いを容易にしようという試みが始まっている．エネルギーの貯蔵・輸送に用いるための水素化合物は，「水素キャリア」もしくは「エネルギーキャリア」と呼ばれる．

候補となる水素化合物として様々なものが検討されている．2014 年から 5 年間行われた，内閣府総合学術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「エネルギーキャリア」では，水素キャリアとしてアンモニアと有機ハイドライドに関する研究が行われた．まずアンモニアは常圧における沸点が-33.3°C 程度であり，常温でも 8.46 気圧程度で液化が可能であるため，エネルギー密度を高くできる．また，水素に戻すために分解する際に，窒素しか副生物が生じない．すでにハーバーボッシュ法により製法が確立されており，貯蔵・輸送のための技術やインフラも整備されていることも利点である．次に有機ハイドライドは，触媒反応を介して水素を可逆的に吸収・放出できる有機化合物であり，代表的なものにメチルシクロヘキサン（MCH）がある．メチルシクロヘキサンは脱水素化によりトルエンとなる．MCH，トルエン共に化学的に

安定であり，常温で液体であるため高密度で貯蔵・輸送が可能である．他にも，水素と二酸化炭素から合成メタンを生成することも検討されている．その際必要となる二酸化炭素については，火力発電所等で発生するものを分離・回収（Carbon Capture and Storage: CCS）して利用することで，二酸化炭素の排出の抑制に貢献することが可能である．2022 年から新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のグリーンイノベーション基金の中でも研究が開始されている．表 1 に代表的なエネルギーキャリアの特性を示す．上述のエネルギーキャリアは，水素含有率の観点からは純水素には及ばないものの，液化することで高エネルギー密度化が可能であり，単位体積当たりの水素重量密度の観点では純水素を上回ることも可能である．また前述の通り，比較的容易に液化できることや，既存のインフラを使用できるメリットは大きい．

Table 1　主なエネルギーキャリアの種類と特徴

| | 分子量 | 水素含有率 [wt.%] | 水素密度 [kg-$H_2$/$m^3$] | 沸点 [°C] |
|---|---|---|---|---|
| 圧縮水素（700 気圧） | 2.0 | 100 | 39.6 | – |
| 液化水素 | 2.0 | 100 | 70.8 | -253 |
| 液化アンモニア | 17.0 | 17.6 | 121 | -33.4 |
| メチルシクロヘキサン | 98.2 | 6.2 | 47.3 | 101 |
| 液化メタン | 16.0 | 25.0 | 104 | -161.6 |

エネルギーキャリアに関する研究における主なトピックは，合成，利用，インフラ，安全性評価が挙げられる．合成については，再生可能エネルギーを用いた新規合成ルートの探索が行われている．例えばアンモニア合成においては，新規触媒の開発により，常温・常圧に近い条件での合成が検討されている．またメタンについては，水蒸気と二酸化炭素の共電解により合成ガスを製造し，メタネーション反応を介することで合成することが検討されている．利用については，既存の燃料に混合して燃焼する手法や，燃料電池に供給して発電を行うことが検討されている．また，エネルギーキャリアから水素を取り出すための触媒の開発も広く行われている．

本稿では，筆者がこれまでに研究対象としてきたアンモニアについて，筆者らのグループの研究成果を中心に紹介する．特に，固体酸化物形燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell: SOFC）における利用を念頭に置いた，アンモニア分解触媒に関する研究，アンモニアを燃料とした SOFC による発電に関する研究，およびメタン―アンモニア混合燃料の特性に関する研究を取り上げる．

## ２．　アンモニア分解速度

エネルギーキャリアを用いて発電を行う際には，まずは脱水素化反応により水素を取り出すことが必要であり，その際には一般に触媒が用いられる．適切な反応器設計を行うためには，反応速度のガス分圧や温度への依存性を明らかにする必要がある．また，反応器内における輸送・反応連成現象を対象とした数値シミュレーションを行うためには，反応速度をガス分圧や温度の関数として定式化しておくことが望ましい．加えて，多孔質構造を持つ触媒を用いた場合には，反応速度はその微構造に依存することが考えらえる．そのため，反応速度を定式化する際には，触媒の微構造の情報を考慮することで，構造に依存しない普遍的なものとするべきである．触媒に関する研究の多くでは，反応速度は触媒の質量もしくは見かけの表面積で規格化され，触媒の内部構造については考慮されていない．そのため，測定に用いられた触媒とは異なる内部構造を持つ触媒を用いた場合には，同じ式が使用できないという問題がある．筆者らの研究グループは，集束イオンビームを備えた走査型電子顕微鏡（Focused ion beam & scanning electron microscope: FIB-SEM）を用いた多孔質構造の 3 次元詳細解析を得意としているため（Iwai, et al., 2011），触媒の構造を解析し，内部における活性反応サイト（アンモニア分解反応の場合は触媒―空隙接触面積）の面積を定量化している．それを用いて反応速度を規格化することで，構造に依存しない反応速度式を提案している（Kishimoto, et al., 2017）．

筆者らの研究では，SOFC におけるアンモニアの直接利用を念頭に置いて，SOFC 燃料極の材料でもある Ni-YSZ（ニッケルとイットリア安定化ジルコニアの混合多孔質）を触媒として用いている．その場合，反応サイトは Ni と空隙の接触面積である．一次粒子径が 0.5–1.0μm 程度の粉末を 250–500μm 程度に造粒したものを触媒として用い（図 1(a)），電気炉で維持された高温条件下にお

いてアンモニアを供給して分解反応を生じさせた．得られた反応ガスをガスクロマトグラフや流量計で計測することで，反応量を得た（図 1(b)）．また，使用した触媒を FIB-SEM を用いて観察し，反応サイト密度を定量化した（図 1(c)）．様々なガス分圧，温度条件下で測定を行い，反応速度の依存性を調べることで，下記のような反応速度式を定式化した．

$$R_{dec}^{\mathrm{Ni-Pore}} = 98.4 \exp\left(-\frac{1.20 \times 10^5}{RT}\right) P_{\mathrm{NH_3}}^{0.69} \left(P_{\mathrm{H_2}} + 750\right)^{-0.39} \tag{1}$$

ここで強調したいのは，上式の$R_{dec}^{\mathrm{Ni-Pore}}$の次元が mol m$^{-2}$ s$^{-1}$ であり，触媒内部における反応面積当たりの値になっていることである．使用する触媒における反応サイト密度を式(1)に乗じることで，どのような構造を持った触媒に対しても適用可能となるところに利点がある．

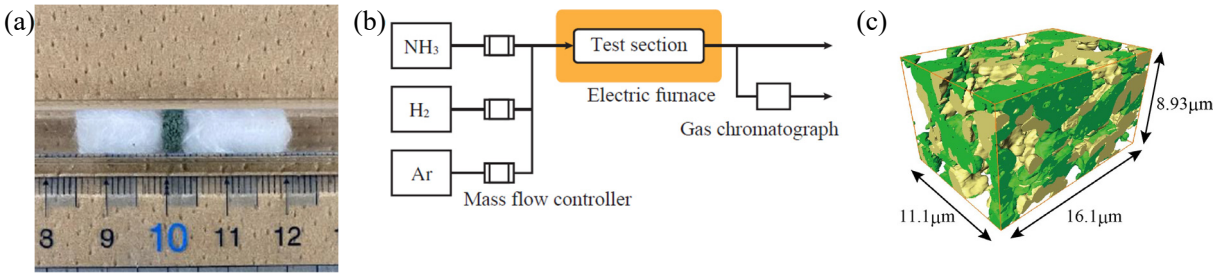



Fig. 1　(a) Ni-YSZ catalyst packed in a quartz tube, (b) schematic of catalyst evaluation system, and (c) catalyst microstructure reconstructed from FIB-SEM analysis (green: Ni, yellow: YSZ).

## ３．　アンモニア SOFC

SOFC はイオン伝導性のセラミックスを電解質に用いた燃料電池であり，700–1000°C の高温で作動する．高温であるため白金等の貴金属触媒を用いなくとも電極活性が高く，また，酸化物イオン伝導性セラミックスを用いる場合には，水素以外にも炭化水素系燃料を利用できるという利点がある．すでに家庭用の分散型発電システムとして実用化が始まっており，発電効率 55%，排熱利用も含めた総合エネルギー効率 87%が達成されている．現状では都市ガスを事前に改質することで水素を取り出し，燃料電池スタックに供給することで発電が行われているが，SOFC の作動温度が高いことと，燃料極側に改質触媒としても働く Ni が含まれることから，事前改質を経ることなく炭化水素燃料を直接 SOFC に供給して発電することも原理的には可能である．しかし，炭化水素系燃料は熱分解により電極触媒中に固体炭素を生成してしまうことや，改質反応が強い吸熱反応であることから，燃料極において大きな温度勾配を形成してセルに損傷を与えることなどが課題であり，いまだ実用化はされていない．

一方でアンモニア燃料は，高温条件下において比較的容易に熱分解することに加え，生成物が水素と窒素であるため，炭素析出のような問題は生じない．また，分解反応の吸熱は改質反応のものよりも小さいため，燃料極上に形成する温度勾配も比較的緩やかである．そのため SOFC におけるアンモニアの直接利用が考えられる．筆者らは前述の SIP の助成の元，京都大学において 1kW 級 SOFC スタックの発電性能評価試験を行った（Kishimoto, et al., 2020）．図 2 に使用した評価システムと，使用した平板型 30 段 SOFC スタック（ノリタケカンパニーリミテド社製）の外観を示す．電気炉によって温度を制御されたスタックに，アンモニアを含む燃料ガスと酸化剤としての空気を供給し，電子負荷装置を用いてスタックの電流―電圧特性を取得した．

図 3 にアンモニアを直接供給して運転した際のスタックの電流―電圧―出力特性，発電効率，および 1,000 時間の耐久試験の結果を示す．まず電流―電圧特性より，アンモニアを直接供給しても，水素－窒素混合気の場合と遜色ない性能が得られていることがわかる．また，最大出力は 1kW を超えており，これは 2023 年 2 月現在においても報告されているなかで最大規模の実証例である．また，スタック発電端における効率は 50%を超えており，これも水素燃料の場合と同等である．1,000 時間の耐久試験を行っても顕著な劣化は観察されず，アンモニアを直接燃料とする SOFC の運転が可能であることを示した．

ただ，アンモニアの利用に全く問題がなかったというわけではなかった．1,000 時間の耐久試験を行ったスタックを解体し，構成材料の分析を行ったところ，金属材料の窒化が疑われる結果が

得られた．図 4 に燃料極側のセパレータ表面付近の元素マッピングを示す．ここから，セパレータ表面に鉄が濃集した微粒子が観察されるとともに，セパレータ内部への窒素原子の侵入が確認された．このような構造や材質の変化は，1,000 時間の試験中においてはスタック性能に影響を及ぼすレベルではなかったが，SOFC システムに求められるような 10 万時間超の運転を行う場合には問題となる恐れがある．アンモニアを SOFC の燃料として用いる場合には，金属材料の窒化対策が重要であることが示唆された．

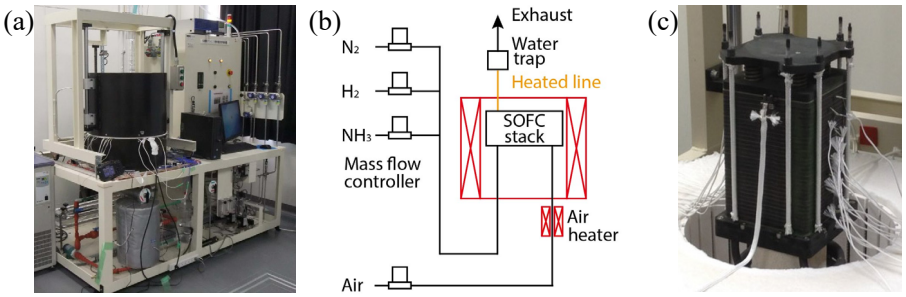



Fig. 2　(a) Photograph of stack evaluation system installed in Kyoto University for 1kW class SOFC stack, (b) schematic flow diagram of the evaluation system, and (c) 30-cell SOFC stack provided by Noritake Co. Ltd. Reproduced with permission (Kishimoto, et al., 2020).

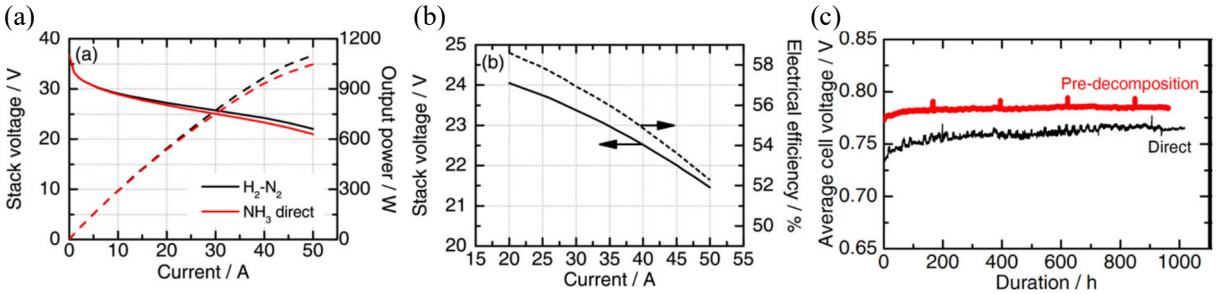



Fig. 3　Performance of 30-cell SOFC stack fueled with direct ammonia (a) current-voltage-power characteristics, (b) stack voltage and electrical efficiency, (c) 1,000h durability test. Reproduced with permission (Kishimoto, et al., 2020).

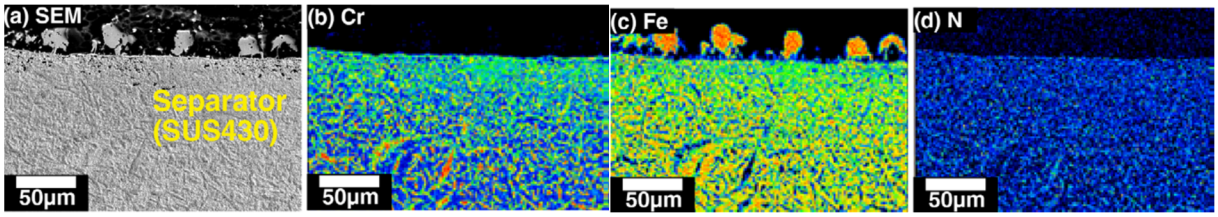



Fig. 4　Cross-sectional images of separator on anode side after 1,000h power generation test with direct ammonia fuel. (a) scanning electron microscopy image and elemental mapping of (b) Cr, (c) Fe, and (d) N obtained by EMPA analysis. Reproduced with permission by (Kishimoto, et al., 2020).

## 4．　メタン―アンモニア混合燃料

最後に筆者ら研究グループで行っている，少しユニークな検討について紹介する．アンモニア燃料をメタン燃料に混合して用いるというものである．従来，燃料電池等で用いるための水素は，メタン等の炭化水素系燃料を改質することで得られている．特に以下の式で表されるような水蒸気を用いた改質が広く採用されている．

$$\mathrm{CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2} \quad \Delta H = 206\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}} \tag{2}$$

この水蒸気改質反応は触媒上で生じるが，大きな吸熱を伴うため触媒上に大きな温度勾配が生じる恐れがある．また，下のようなメタンの分解反応や一酸化炭素の不均化反応が生じると，触媒上に固体炭素が析出して触媒活性が低下するため，それを防ぐために過剰量の水蒸気を導入する必要がある．

$$CH_4 \rightarrow C + 2H_2 \tag{3}$$
$$2CO \rightarrow C + CO_2 \tag{4}$$

一方でアンモニアは，前述のように分解時の吸熱量が小さく，かつ生成するのが水素と窒素のみであるため，炭素析出のような問題も生じない．

$$NH_3 \rightarrow 0.5N_2 + 1.5H_2 \quad \Delta H = 46\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}} \tag{5}$$

吸熱量が小さいことは，触媒上で急激な温度勾配が生じることを防げるという点では利点であるが，一般に SOFC では電気化学反応にともなう不可逆損失に起因する発熱が存在するため，発熱過多である．そのため，メタン水蒸気改質反応の方がその熱をより多く有効利用できるため，一概に吸熱量が大きいことが欠点というわけではない．

そこで著者らのグループは，メタン燃料とアンモニア燃料の長所を組み合わせるという発想の元，両者の混合燃料を用いることを提案している（Teramoto, et al., 2020）．メタン―アンモニア混合燃料を図 1 と同様の触媒試験装置を用いて反応させ，得られるガスの組成を分析した．図 5 に加湿メタンにアンモニアを混合した混合燃料中のアンモニア分率を変化させた際のメタンとアンモニアの反応率を示す. 横軸の原点は, アンモニア燃料を含まないメタン燃料であることを表す. 図 5(a)より，メタンにアンモニアを加えると，メタンの改質は大幅に抑制されることがわかる．一方でアンモニアは，分圧が低い条件においてはメタンによって分解率が抑制されることはあるものの，基本的にはメタンが存在しない場合と同等の分解が生じることがわかる．

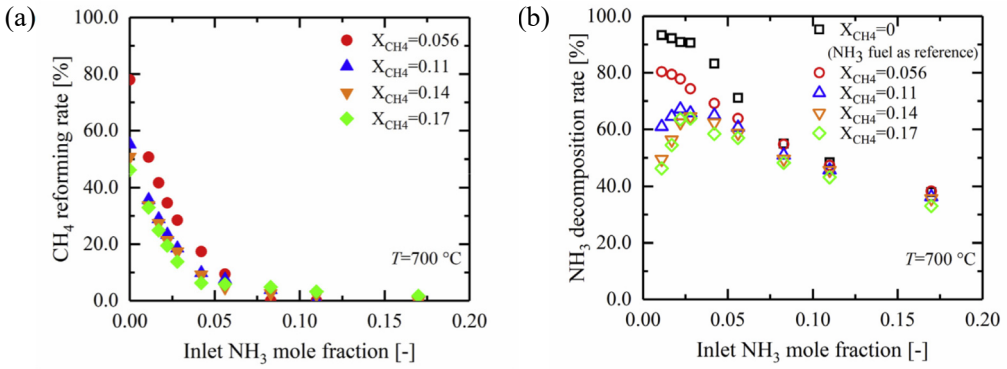



Fig. 5　Effect of mixture composition on (a) methane reforming rate and (b) ammonia decomposition rate. Reproduced with permission (Teramoto, et al., 2020).

図 6(a)に，触媒で反応が生じている際の温度降下量の流れ方向分布を示す．これは赤外線サーモグラフィーを用いて反応前と反応中の触媒温度を測定し，その差を取ることで得ている．図より，アンモニアが含まれないメタン燃料の場合は，触媒上流部において大きな温度降下が生じていることがわかる．しかしアンモニアを加えるにつれて温度降下量が小さくなり，極小をとる位置も下流側に移動していくことがわかる．アンモニアの量がさらに増えると，触媒上流部には小さな極小値が生じることもわかる．これはアンモニア分解時の吸熱によるものである．図 5 の結果もあわせて考えると，触媒上においてアンモニアはメタンに先んじて反応して分解されることがわかる．アンモニア分解が進行するにつれて徐々にメタン改質が遅れて生じるため，触媒温度の非一様性が緩和されると考えられる．図 6(b)に，アンモニアの混合割合に対する吸熱量および触媒上の最低，最高，平均温度を示す．ここからも，アンモニア混合により触媒上における最低温度と最高温度の差が小さくなり，温度の非一様性が緩和されていることがわかる．吸熱の総量は減少するため，アンモニアをたくさん加えればそれでよいということにはならないが，アンモニア混合量を制御することで触媒上の温度差や温度勾配を許容範囲内に留めるという，能動的な温度制御が可能になるため，有用であると考えている．

また，メタン―アンモニア混合燃料を SOFC に直接供給した場合，アンモニアが先行して分解し，電気化学反応に用いることができるため，そこから生じた水蒸気をメタンの水蒸気改質に用いることが可能である．つまり，最初から混合する水蒸気量を減らすことができるため，水蒸気の生成に必要なエネルギーの低減，ひいてはシステム効率の向上に資すると期待している．

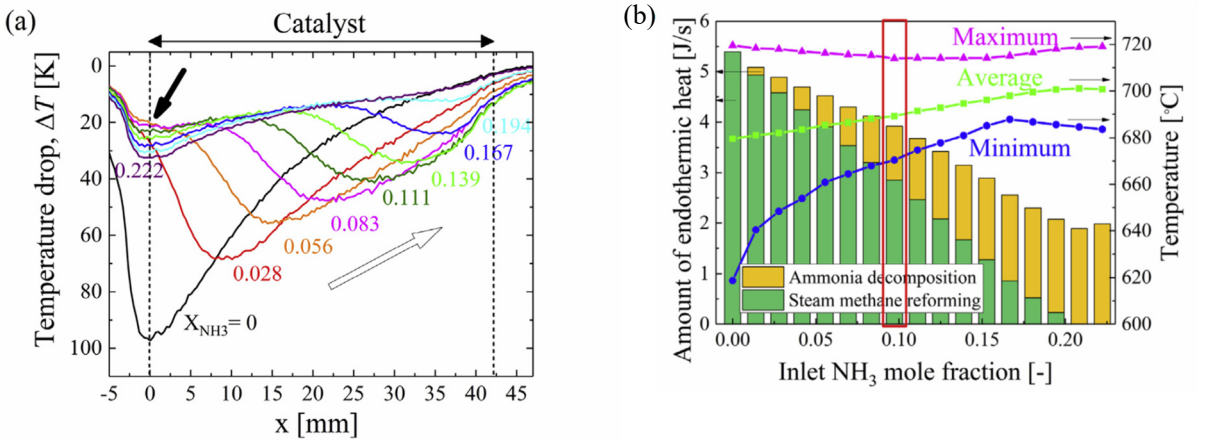



Fig. 6 (a) Temperature distribution on Ni-YSZ catalyst supplied with methane-ammonia mixed fuel and (b) Amount of endothermic heat and catalyst temperatures.

## ５． おわりに

エネルギーキャリアのひとつとして注目されているアンモニアを題材とした研究の中で，筆者らのグループで行っている取り組みについて紹介した．アンモニアは比較的容易に分解して水素を生成することが可能であり，かつ炭化水素燃料の時のような炭素析出の問題が生じないため，燃料電池で用いる際には都合の良い燃料であると言える．ただし，SOFC のような高温型の燃料電池で用いる場合は，金属材料の窒化が問題となるため，対策が必要である．また，既存の燃料にアンモニアを添加することで，反応の競合や反応領域の移動といった興味深い現象が生じるため，適切に用いることで反応器中の反応の能動的な制御が可能であることが示唆された．今後もアンモニアの上手な利用法について研究を進めていきたいと考えている．

## 謝　辞

本稿の 2，3 章に記載の内容は，内閣府総合学術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「エネルギーキャリア」（管理法人：JST）の助成により実施された．4 章の内容は，JSPS 科研費 JP21K18689 の助成により実施された．

## 文献

Iwai, H., et al., Quantification of SOFC anode microstructure based on dual beam FIB-SEM technique, Journal of Power Sources, Vol. 195 (2011) pp. 955-961.

Kishimoto, M., et al., Formulation of ammonia decomposition rate in Ni-YSZ anode of solid oxide fuel cells, International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 42 (2017) pp. 2370-2380.

Kishimoto, M., et al., Development of 1 kW class ammonia fueled solid oxide fuel cell stack, Fuel Cells, Vol. 20 (2020) pp. 80-88.

Teramoto, K. et al., Direct reforming of Methane–ammonia mixed fuel on Ni–YSZ anode of solid oxide fuel cells, International Journal of Hydrogen Energy, vol. 45 (2020) pp. 8965-8974.

TED Plaza

# Formation and Control of N2O During Ammonia Combustion: A Summary of What We Know to Date

Ekenechukwu C. Okafor

Kyushu University, Associate Professor
Department of Mechanical Engineering
ekene.okafor@mech.kyushu-u.ac.jp

**Abstract**

The development of combustion technologies for carbon free-fuels such as ammonia is expected to enable early realization of a carbon-neutral society. However, among the several challenges of ammonia combustion, the emission of relatively large amount of $N_2O$, which is a greenhouse gas, at certain combustion conditions undermines the benefits of the carbon-free nature of ammonia. This article summarizes a series of experimental and numerical studies aimed towards the understanding of the formation mechanism and control strategies for $N_2O$ mainly in gas turbines. $N_2O$ is an intermediate species formed along the NO formation pathway. It is rapidly consumed in the flame when the flame temperature is sufficiently high or when there are enough H radicals in the flame. On the contrary, incomplete reduction of $N_2O$ in the flame results in $N_2O$ emissions from combustion devices. A control of $N_2O$ can be achieved through methods that encourage fast and complete combustion of ammonia. We have shown that enhancement of ammonia combustion through co-combustion with other fuels such as methane; a reduction of heat loss from ammonia flames; an elongation of the primary combustion zone of two-stage rich-lean ammonia combustors; and an increase in combustion pressure, strategies which either reduce the reaction time of ammonia in the combustor or increase the residence time of the fuel in the combustion chamber, effectively lead to a decrease in $N_2O$ emissions from ammonia-fueled swirl combustors. This article ends with some perspectives on ammonia combustion in reciprocating engines.

## 1. Introduction

Ammonia combustion has gained significant attention in the academia and industry in the past couple of years because of the important role ammonia is expected to play in the realization of a carbon-free society. The International Energy Agency (IEA) (IEA, 2021) projects that to achieve a net-zero carbon society by 2050, solar PV and wind would have a combined share of up to 70% of electricity generation. However, given the fluctuations in the supply of these renewables over time, their effective utilization requires the employment of chemical energy storage or carriers in the form of hydrogen or ammonia to cushion the fluctuation. Hydrogen can be produced from the electrolysis of water using power generated from excess renewable energies. On the other hand, ammonia can be produced through Haber-Bosch process using hydrogen and nitrogen obtained through air separation process. Other energy carriers such as methylcyclohexane (MCH), and metal hydrides have been identified for easier transport and storage of hydrogen.

However, in comparison to other hydrogen carriers including liquid hydrogen in compressed and cryogenic forms, ammonia has more promising characteristics such as a higher hydrogen carrying capacity per unit volume, being made of 17.8 % of hydrogen by weight, a higher boiling point than hydrogen which makes it easier to liquify (liquifies at 8.5 bar at room temperature), and an already well-established production and transportation infrastructure. Long distance shipping of hydrogen in the form of ammonia is easier and more economical than its shipping as a pure liquid. On the other hand, ammonia is carbon-free

unlike MCH and is combustible. It is therefore considered that the development of ammonia utilization technologies including in combustion devices is necessary in the carbon-neutral society. The IAE estimates that ammonia and hydrogen will constitute about 2% of electricity production in the net-zero carbon society of 2050 which amounts to about 1360 TWh, while ammonia will have about 46% share of total energy consumption in the maritime sector (IEA, 2021). On the other hand, Japan is encouraging the development of the ammonia fuel industry to facilitate the utilization of ammonia as a fuel in combustion systems, and plans to generate 1% of its total electricity from ammonia/hydrogen by 2030 (METI, 2021).

However, earlier studies of ammonia as a fuel reported challenges associated with ammonia combustion (Pratt, 1967). Ammonia has a low burning velocity that is about five times lower than that of methane, a narrow flammable range, and a high minimum ignition energy. Pratt reported that the low burning velocity inhibits the use of high inlet velocities to achieve effective turbulent mixing in ammonia gas turbine combustors because the fluid residence time in the combustor would be too short for complete combustion of ammonia (Pratt, 1967). However, the need to allow sufficient residence time for ammonia consumption in the combustor by employing low inlet velocities inhibits the mixing of the fuel, air and hot products in the primary combustion zone, leading to a significantly low combustion efficiency. In addition, the low flame speed makes it difficult to stabilize ammonia flames using combustors. On the other hand, the high minimum ignition energy and high ignition temperature present challenges in the ignition of ammonia mixtures in internal combustion engines. Therefore, the light-up of ammonia gas turbines is to date effected by mean of a pilot fuel which is easier to ignite (Kurata et al. 2019).

Recent numerical studies (Somarathne et al., 2017) and experimental investigations (Hayakawa et al. 2017, Okafor et al., 2019a) have however shown that ammonia-air flames can be stabilized over a wide range of conditions by employing swirling flows in combustors. Strong swirling flows generate regions of recirculating fluid motion which circulates hot products and active radicals from downstream to upstream of the combustor. Consequently, mixing and preheating of the fresh unburned mixture is enhanced thereby enhancing the stability of the flame (Syred, 2006). This technology is key in the development of ammonia-fueled gas turbines combustors. Kurata et al. (2017) employed a swirl combustor and successfully generated up to 44 kW for the first time from ammonia-fuelled micro gas turbine with combustion efficiencies of up to 96%. They enhance the combustion of ammonia by preheating the combustion air using a regenerative cycle. On the other hand, co-combustion of ammonia with other fuels with higher burning velocity such as hydrogen, methane, diethyl ether etc. is considered as a means of enhancing the ignition and combustion characteristics of ammonia mixtures in internal combustion engines.

Another important challenge of ammonia combustion application is the emission of large amounts of NOx from the fuel-bound nitrogen atom in ammonia molecule. Fuel NOx production is encouraged by chemical species such as H, O, and OH which promote the conversion of $NH_i$ (i = 0, 1, 2) to NOx mostly via a HNO intermediate (Okafor et al., 2019b). It has been shown that $N_2O$ may constitute a significant part of the NOx emitted from ammonia flames when the flame temperature is relatively low (Okafor et al., 2021a). As an intermediate species during the production of NO, $N_2O$ may be rapidly consumed as it is produced in the flame however low flame temperatures discourage rapid consumption of the molecule. The emission of $N_2O$, which is a greenhouse gas with a global warming potential of 298 times more than that of $CO_2$ over a period of 100 years, undermines the carbon-free benefits of ammonia as a fuel.

The control of NOx, including $N_2O$, from ammonia combustion has been demonstrated using two-stage rich-lean combustion (Okafor 2019a). This NOx control strategy takes advantage of the low NOx production rate from the oxidation of ammonia at fuel-rich conditions. The combustor's primary stage is maintained at a fuel-rich condition to ensure low NOx production. However, this leads to incomplete combustion and the production of large amounts of hydrogen in the flame. Subsequently, air is injected downstream of the combustor to oxidize the unburned ammonia, hydrogen, and other species at an ultra-lean equivalence ratio. Oxidation of ammonia at an ultra-lean equivalence ratio mitigates the formation of NO. However, it may encourage $N_2O$ emissions mainly due to the low oxidation temperature. For instance, studies on the oxidation of mixtures of ammonia and carbon-containing species in staged combustion indicate that HCN and consequently, $N_2O$ production may be important in hydrocarbon–ammonia–air combustion in the ultra-lean secondary stage. Kristensen et al (1996) studied the nitrogen chemistry in the burnout stage of staged combustion containing a mixture of CO, NO, HCN, $NH_3$ and $O_2$. They found that HCN oxidation leads to high $N_2O$ production and recorded up to 100 ppmv of $N_2O$ emission at lean burn out conditions. Wargadalam et al. (2000) investigated the homogenous formation of NO and $N_2O$ from the combustion of HCN and $NH_3$ at 873–1273 K and noted that HCN oxidation promotes NO and $N_2O$ formation. On the other hand, $N_2O$ emission is more significant in liquid ammonia

spray combustion where the evaporation of liquid ammonia droplets encourages heat transfer from the flame thereby discouraging the complete conversion of $N_2O$ in the flame.

It is thus important to understand the formation mechanism and develop control measures for $N_2O$ emission during ammonia combustion to encourage the application of ammonia as a carbon-free fuel. This article discusses a series of studies related to $N_2O$ formation and control conducted by the author at the Institute of Fluid Science of Tohoku University and the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, some of which were conducted in collaboration with IHI Corporation.

## 2. $N_2O$ in ammonia oxidation chemistry

The chemistry of ammonia oxidation was studied using a detailed reaction mechanism developed by Okafor et al. (2018) which has been optimized for ammonia-air and ammonia-methane-air combustion. Figure 1 shows the pathway for ammonia oxidation in a flame. Ammonia is predominantly consumed through H abstraction reaction with OH, which accounts for more than 70% of ammonia oxidation in the flame. $NH_2$, NH and subsequently N atom are produced by a progressive abstraction of H atom from the preceding species. In addition to the H abstraction reactions which produce $NH_i$ species with one less H atom in its molecule, the $NH_i$ are oxidized to produce NO directly or through a HNO intermediate. HNO is completely converted to NO through a dissociation reaction and reactions with OH, and H species. These reaction steps which originate from the fuel constitute the major NO production pathways in ammonia flames and are favored by an increase in the concentration of OH, H and O (i.e. O/H) species in the flame. Hence, relatively fuel-lean or near-stoichiometric ammonia flames which are characterized by high concentrations O/H species are associated with high NO production rates. Note also that an increase in flame temperature promotes the production of O/H species through the effect of the temperature-sensitive chain-branching reaction, R1.

$$H + O_2 \leftrightarrow OH + O \qquad \text{R1}$$

Therefore, NO production in ammonia flames increases with an increase in flame temperature however this is not due to thermal NOx production. Initiation of NO production from ammonia flames has its origin in the fuel-bound N atom and occurs when ammonia is oxidized even at relatively low flame temperatures. An increase in flame temperature was found to enhance the NO production pathway relative to its reduction pathway thus leading to an increase in NO concentration with flame temperature.

NO is rapidly converted to $N_2O$ in the flame mainly through reaction with NH radicals in R2, whose reaction rate is mainly controlled by the rate of production of NO in the flame.

$$NH + NO \leftrightarrow N_2O + H \qquad \text{R2}$$

However, numerical analysis of the oxidation of ammonia and methane mixtures in a plug flow reactor shows that at relatively low temperatures below 1300 K, $N_2O$ is produced mainly through the reaction of $NH_2$ with $NO_2$ (Okafor et al., 2021b) as represented by R3.

$$NH_2 + NO_2 \leftrightarrow N_2O + H_2O \qquad \text{R3}$$

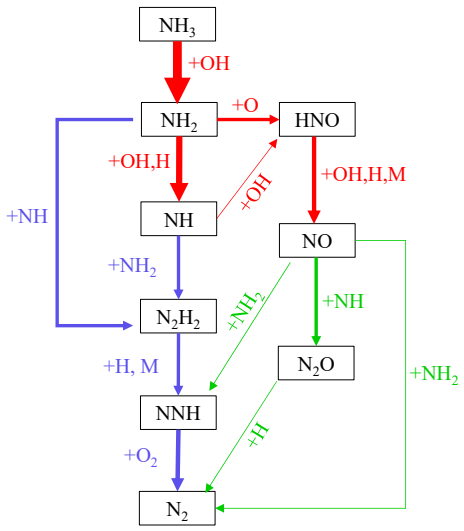



Fig. 1 Ammonia oxidation pathway in a flame. The red, green, and blue pathways represent NO formation, NO reduction and NO-free radical combination pathways, respectively. The reactions shown are only the major reactions in the flame.

On the contrary, $N_2O$ is reduced mainly through reactions R4 and R5;

$$N_2O + H \leftrightarrow N_2 + OH \quad \text{R4}$$

$$N_2O + (M) \leftrightarrow N_2 + O + (M) \quad \text{R5}$$

The reaction with H atom has a markedly high temperature sensitivity, hence it is fast in the flame region where temperature is high however the reaction rate drops off for relatively low flame temperatures. On the other hand, the thermal dissociation reaction may continue even at relatively low temperatures but at a very slow rate. It can thus be understood that for conditions with high flame temperatures which are usually accompanied by high H atoms concentration in the flame, $N_2O$ conversion is fast and $N_2O$ emission may be negligible due to complete consumption of the species. On the other hand, at lower temperature the rate of $N_2O$ conversion is slow but continuous via thermal dissociation. In other words, an increase in residence time may ensure complete consumption of $N_2O$ even in flame with relatively low temperatures.

## 3. Experimental measurements of $N_2O$ formation

$N_2O$ emissions from the combustion of ammonia-air, and ammonia-methane-air mixtures in swirl combustors, with the ammonia supplied directly to the combustor in gaseous phase or in liquid phase were measured using a Fourier Transform Infrared (FTIR) gas analyzer coupled with $O_2$ and $H_2$ analyzers.

### 3.1 Gaseous ammonia-fueled combustors

Emissions from the combustion of ammonia-air and ammonia-methane-air mixtures were measured using a model swirl combustor of a micro gas turbine which is shown schematically in Fig. 2. The combustor was operated in premixed and non-premixed modes to investigate the effects of mixture uniformity on emissions formation and control.

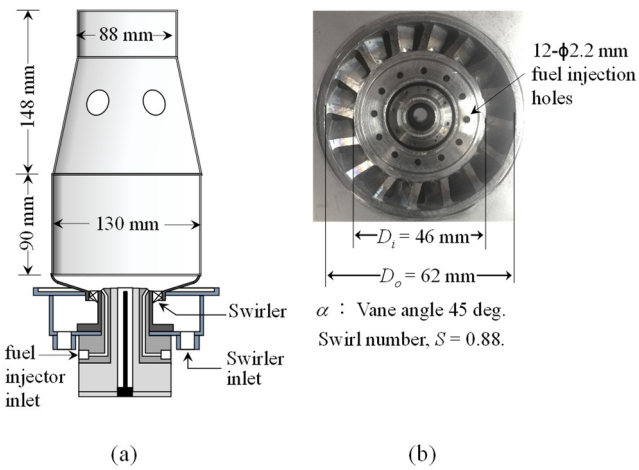



Fig. 2 Schematics of the model swirl combustor of a micro gas turbine. Modified from Okafor et al., 2020.

Figure 3 shows the measured emissions from ammonia-air and ammonia-methane-air flames. The concentration of ammonia in the ammonia-methane binary fuel was expressed in terms of the heat fraction of ammonia, $E_{NH3}$ based on the lower heating value. NO emission was high at fuel-lean conditions. This is due to the relative abundance of O/H species at this condition as explained in the previous section. Observe also that NO emissions from premixed ammonia-methane-air flames were much higher than those from premixed ammonia-air flames owing to higher rate of production of O/H species in the former. At much leaner equivalence ratios below 0.8, a rapid increase in $N_2O$ emissions can be observed which tends to increase with an increase in ammonia fraction in ammonia-methane-air flames. A comparison of $N_2O$ emissions from ammonia-air flames and ammonia-methane-air flames at equivalence ratio of 0.8 shows that pure ammonia combustion has a higher tendency of $N_2O$ emission. A similar rapid increase in $N_2O$ emissions has also been observed in measurements conducted in a stagnation flame burner fueled with ammonia-hydrogen binary fuel as the equivalence ratio became lower than 0.6 (Hayakawa et al., 2022). In

this flame configuration the effects of heat loss from the flame to the stagnation wall was also considered to promote $N_2O$ emission because $N_2O$ emissions increased with a decrease in stagnation wall temperature.

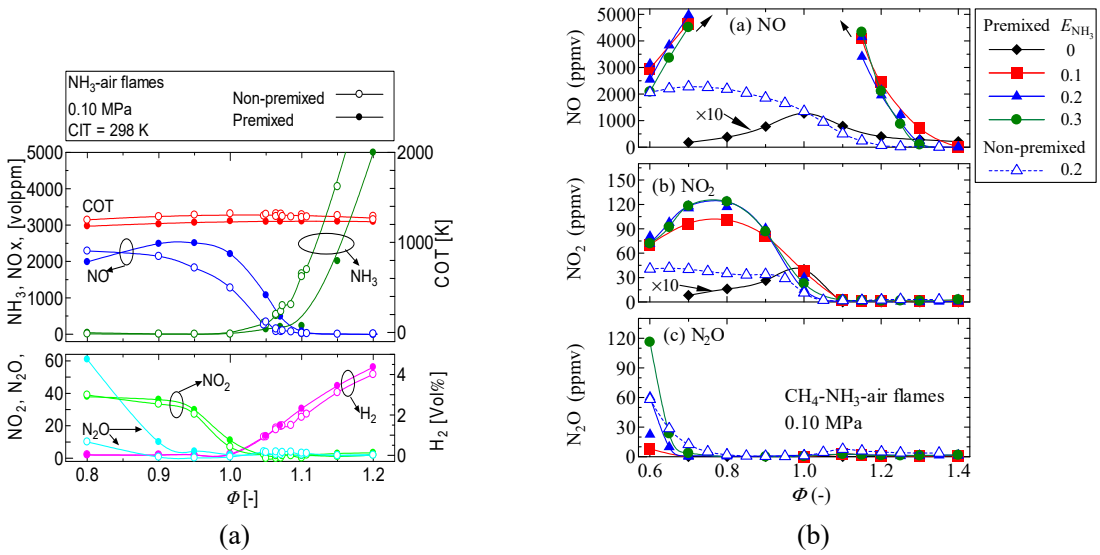
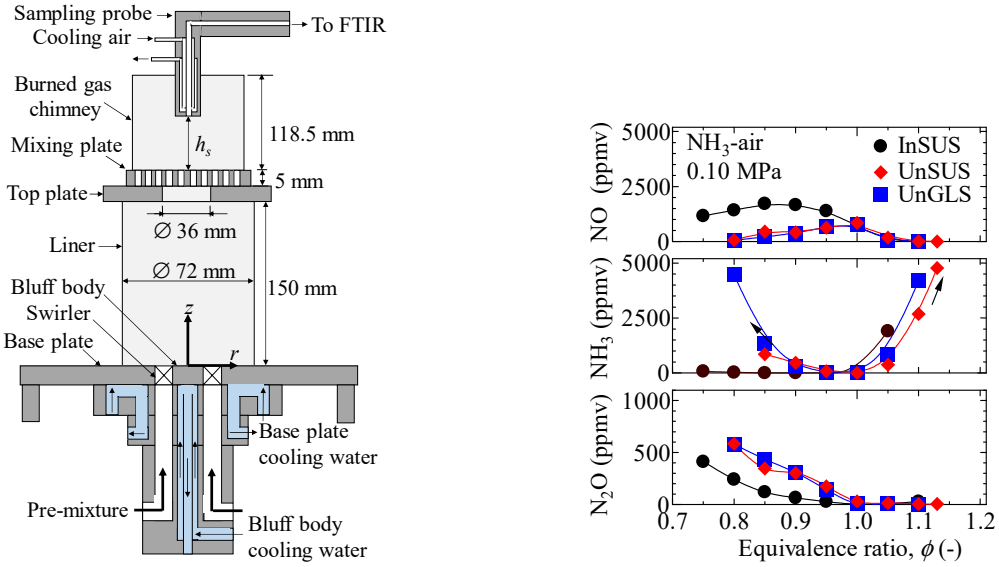



Fig. 3 Measured emissions from; (a) ammonia-air flames (Okafor et al. 2019a), and (b) ammonia-methane-air flames (Okafor et al., 2020). Adopted with permission from Elsevier.

It can be understood from the discussion in Section 2 that at very lean equivalence ratios, H atom concentration as well as the flame temperature is relatively low. Furthermore, the sensitivity of a flame to heat loss may be larger at leaner equivalence ratios. Therefore, rapid consumption of $N_2O$ in the flame region through R4 and R5 is hindered, consequently leading to the measured rapid rise in $N_2O$ emission. Given the low reactivity of ammonia, the effect of heat loss on the flame is expected to be more pronounced in ammonia-air flames than in ammonia-methane-air and ammonia-hydrogen-air flames, hence the higher tendency of $N_2O$ emission from ammonia-air flames.

### 3.2 Effect of heat loss on ammonia-air flames

The contribution of heat loss from ammonia flames on NOx, including $N_2O$ emissions was investigated using a single stage swirl combustor shown schematically in Fig. 4 a (Okafor et al, 2021a). Three combustor liners were employed which included an insulated steel liner, InSUS; an uninsulated steel liner, UnSUS; and an uninsulated glass liner, UnGLS. The results of the measurement shown in Fig. 4b indicate that $N_2O$ emissions from the uninsulated liners were higher than those from the insulated liner due to wall heat loss. The data plotted here are space-time average values at a point $h_s$ = 100 mm above the liner exit. Single point emissions sampling along the radial direction of the combustor liner exit showed that unburned ammonia and $N_2O$ emissions were largest near the combustor wall and negligible near the combustor central axis. This suggests that $N_2O$ consumption was hindered near the combustor walls owing to heat loss. It can be inferred that the usual practice of combustor wall cooling in conventional gas turbines may encourage $N_2O$ emission in ammonia fueled gas turbines, especially at fuel lean conditions where the flame may respond more to heat loss effects.



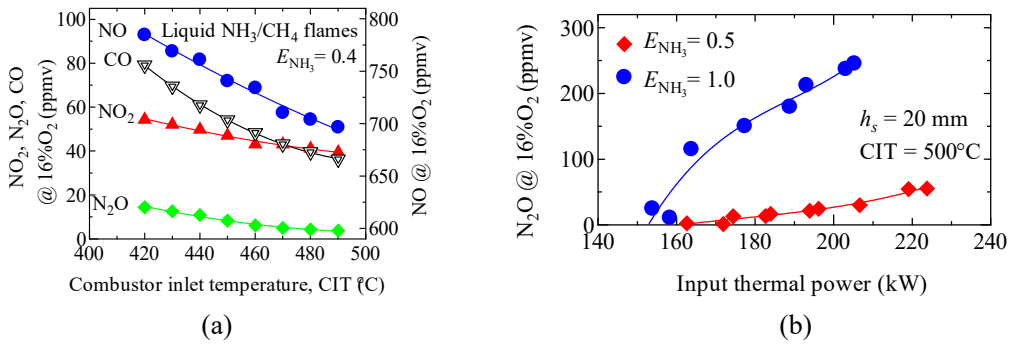

(a) (b)

Fig. 4 (a) A schematic of the combustor (b) Comparison of emissions from the combustors. Modified from Okafor et al., 2021a.

### 3.3 Liquid ammonia spray combustion

The development of liquid ammonia direct spray combustion technology is expected to reduce the capital and running costs of ammonia gas turbines, increase the load per unit volume of fuel supplied and improve the load-following capabilities of the gas turbines. However, owing to the high latent heat of vaporization of liquid ammonia which is about 7% of the lower heating value, a significant amount of heat transfer from the flame to the vaporizing liquid droplets occurs during liquid ammonia spray combustion, hindering flame stabilization and encouraging $N_2O$ emissions. Poor flame stability was a reason previous research efforts to investigate liquid ammonia spray flame in gas turbine combustor were unsuccessful.

However, by injecting liquid ammonia in a strongly swirling flow of preheated air, we achieved the first ever successful stabilization of pure liquid ammonia in a gas turbine combustor at elevated pressures. Preheating of the air was necessary for flame stabilization as it compensated for the latent heat of vaporization. In addition, further improvement of flame stability was achieved by co-firing the spray flame with methane. Figure 5a shows the effects of air preheat temperature on measured emissions from the combustor. An increase in preheat temperature resulted in a decrease in $N_2O$ and other emissions from the combustor. On the other hand, Fig. 5b compares the emissions of $N_2O$ from pure liquid ammonia spray flame and liquid ammonia co-fired with 50% methane by lower heating value. Observe that $N_2O$ emissions from the pure liquid ammonia spray was markedly higher than that from the co-combustion of the spray and methane. In addition, the emission of $N_2O$ increased with an increase in input thermal power for both fuels. It can be understood that the higher rate of heat release from the methane chemistry may reduce the response to the flame to heat transfer and hence enable the consumption of $N_2O$ in the flame. On the other hand, an increase in input thermal power encourages an increase in liquid mass loading which may promote group droplet combustion in the flame. Consequently, longer droplet lifetime and local decrease in flame temperature are promoted thereby encouraging $N_2O$ emissions.




(a) (b)

Fig. 5 (a) Effects of air preheat temperature on emissions from a gas turbine combustor co-firing liquid ammonia spray and methane (b) A comparison of $N_2O$ emissions from pure liquid ammonia spray flame and liquid ammonia spray co-fired with methane. Modified from Okafor et al., 2021c.

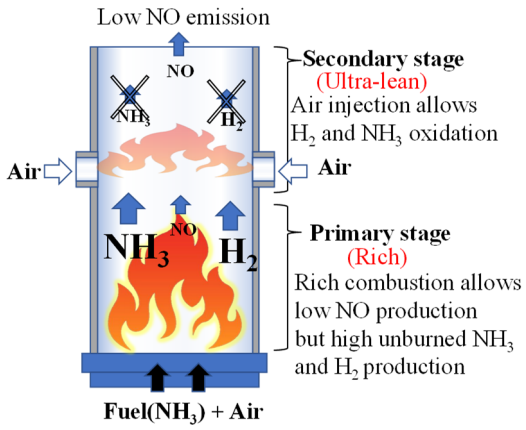
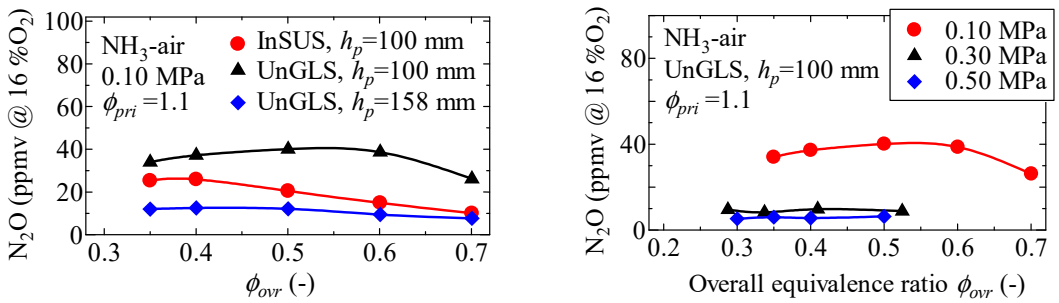



Fig. 6 A schematic of two-stage rich-lean combustion concept




(a) (b)

Fig. 7 A comparison of the effects of (a) wall heat loss and height of the primary stage, and (b) combustion pressure on $N_2O$ emissions at primary equivalence ratio, $\phi_{pri}$ = 1.1. Modified from Okafor et al. 2021.

## 4. $N_2O$ emissions control strategies

The control of NOx emission from gaseous ammonia combustion has been demonstrated using two-stage rich-lean combustors numerically by (Somarathne et al., 2017) and experimentally by (Okafor et al., 2019a, 2020), and (Kurata et al., 2019). Figure 6 shows schematics of the concept of two-stage rich-lean combustion. This strategy has also been applied to liquid ammonia spray combustion (Okafor et al., 2021c).

We investigated the effects of combustor wall heat loss, the height of the primary stage, $h_p$ and ambient pressure on $N_2O$ control from two-stage rich-lean combustors. Emissions from gaseous ammonia-air flames were measured in a laboratory scale experiment using three model swirl combustor types viz-a-viz an insulated combustor with $h_p$ =100 mm; an uninsulated combustor with $h_p$ =100 mm; and an uninsulated combustor with $h_p$ = 158 mm. The measurements were conducted for pressures up to 0.5 MPa (Okafor et al. 2021a). Figure 7a shows the measured $N_2O$ emissions from the combustors at 0.10 MPa. The insulted combustor of $h_p$ = 100 mm had lower $N_2O$ emissions than the uninsulated one with the same $h_p$. This demonstrates that a control of $N_2O$ emission can be achieved by reducing heat loss from ammonia fueled combustors. Furthermore, the data plotted in Fig. 4b also indicates the importance of a reduction in heat loss for the control of $N_2O$ emissions from combustors. Similarly, studies conducted in a 50 kW type gas turbine combustor test rig fueled with liquid ammonia spray showed that a two-stage combustor without wall film cooling resulted in lower $N_2O$ emissions than a similar combustor with wall film (Okafor et al., 2021c).

On the other hand, Fig. 7a show that the uninsulated liner of $h_p$ = 158 mm had lower $N_2O$ emission than the uninsulated liner of $h_p$ = 100 mm. An increase in fluid residence time in the combustor even in the presence of heat loss is expected to encourage an increase in the dissociation of $N_2O$ through R5. On the other hand, the secondary air which dilutes the flame in the secondary stage encourages a decrease in the combustion temperature. This may promote $N_2O$ production in the secondary stage especially when there is a sufficiently large amount of unburned fuel species in the secondary stage. However, the more the height of the primary stage, the higher the combustion efficiency in that stage and thus the lower the amount of unburned fuel and $NH_i$ species that encounter the injected cold secondary air. Hence, an elongation of the primary combustion zone is an effective control strategy for $N_2O$ even in the presence of heat loss from the flame. Figure 7a shows that an increase in $h_p$ was a more effective $N_2O$ control strategy than insulation of the combustor wall.

Figure 7b shows the effects of pressure on the emissions of $N_2O$ from the uninsulated liner of $h_p$ = 100 mm. $N_2O$ emission decreased with an increase in pressure. Note that in these measurements, the combustor inlet velocity was kept constant, therefore the mass flow rates increased with pressure for each equivalence ratio. Because the mass burning flux increased with pressure due to increased density and turbulence, the associated increase in heat release rate may encourage a decrease the effect of heat loss on the flame and consequently result in lower emissions of $N_2O$. On the other hand, an increase in combustion efficiency with pressure may reduce the contribution of the injected secondary air to $N_2O$ emission as explained above.

## 5. Perspectives on $N_2O$ emission formation and control in reciprocating engines

Efforts are on-going to develop technologies for reciprocating engines fueled with ammonia, particularly for maritime transport. Among the major challenges of this technology include the emissions of high levels of unburned ammonia and $N_2O$ trapped in crevices in the combustion chamber. Because ammonia has a relatively large quenching distance, it is expected that the flame will be quenched relatively farther from the chamber wall, leaving regions of unburned fuel close to the wall. Such quenching of ammonia flame in the engine cylinder would inhibit the consumption of intermediate species such as $N_2O$. Therefore, it suffices to expect a high concentration of $N_2O$ emitted along with unburned ammonia from the engines.

On the other hand, ammonia-air mixtures have Lewis numbers that are comparable to those of methane-air mixtures. However, due to the larger flame thickness of ammonia, ammonia flames have a higher Markstein number and a lower extinction stretch rate. For the same turbulence intensity, ammonia flames also possess a higher turbulence Karlovitz number than methane flames. In other words, ammonia flames have more tendency to be quenched in the chamber because of stretch. Therefore, local flame quenching may contribute to unburned fuel and $N_2O$ emissions from ammonia-fueled reciprocating engines.

It is therefore considered that co-combustion of ammonia and other fuels with higher flame speeds is necessary in reciprocating engines for the purpose of improving the combustion efficiency and controlling $N_2O$ emissions. Reciprocating engines may benefit from in-situ partial cracking of ammonia along the fuel supply line which yields to a dual fuel mixture of ammonia and hydrogen. However, even though an enhancement of ammonia combustion may reduce $N_2O$ and unburned fuel emissions, it may encourage the emission of NO due to an increase in flame temperature and the rate of production of O/H radicals.

## 6. Summary and conclusion

The emission of $N_2O$ from ammonia combustion systems undermines the benefits of the carbon-free characteristics of ammonia as a fuel and may discourage the application of ammonia for direct reduction of greenhouse gases emission. The chemistry of $N_2O$ formation in ammonia flames has been explored in this article. $N_2O$ which is an intermediate species in the NO production pathway can be consumed as fast as it is produced when the flame temperature or H atom concentration in the flame is sufficiently high. Furthermore, experimental studies have shown that $N_2O$ emissions are encouraged by conditions that enable slow and incomplete combustion of ammonia such as heat loss from the flame. In other words, a control of $N_2O$ emissions from ammonia combustion systems can be achieved by promoting fast and complete combustion of ammonia through a reduction of heat loss from the flame, co-combustion of ammonia with other fuels with higher rate of heat release and high-pressure combustion. These have been demonstrated in the experimental studies summarized in this article.

**Acknowledgements**

I wish to acknowledge the invaluable contributions of professors, researchers, and students from Tohoku University, National institute of Advanced Industrial Science and Technology, and IHI Corporation with whom I co-authored the articles summarized in this present review. Part of the studies summarized here were supported by the Council for Science, Technology and Innovation (CSTI), the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), “Energy Carriers” (Funding Agency: the Japan Science and Technology Agency (JST)). On the other hand, part of this article is based on results obtained from a project, JPNP16002, subsidized by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO).

**References**

Hayakawa A, Arakawa Y, Mimoto R, Somarathne KDKA, Kudo T, Kobayashi H. Experimental investigation of stabilization and emission characteristics of ammonia/air premixed flames in a swirl combustor, Int. J. Hydrogen Energy Vol. 42 (2017); pp. 14010-14018.

Hayakawa A, Hayashi M, Kovaleva M, Gotama GJ, Okafor EC, Colson S., Mashruk S, Agustin Valera-Medina A, Kudo T., Kobayashi H., Experimental and numerical study of product gas and $N_2O$ emission characteristics of ammonia/hydrogen/air premixed laminar flames stabilized in a stagnation flow, Proc. Combust. Institute, Vol. 39 (2022), Article in press.

International Energy Agency, Special Report, Net Zero by 2050: A roadmap for the global energy sector, (2021) <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.

Kobayashi H, Hayakawa A, Somarathne KDKA, Okafor EC. Science and technology of ammonia combustion, Proc. Combust. Inst., Vol. 37 (2019); pp. 109 -133.

Kristensen PG, Glarborg P, Dam-Johansen K, Nitrogen chemistry during burnout in fuel-staged combustion, Combust. Flame Vol. 107 (1996); pp. 211 – 222.

Kurata O, Iki N, Inoue T, Matsunuma T, Tsujimura T, Furutani H, et al., Development of a wide range-operable, rich-lean low-NOx combustor for NH3 fuel gas-turbine power generation, Proc. Combust. Inst. Vol. 37 (2019); pp. 4587-4595.

Kurata O, Iki N, Matsunuma T, Inoue T, Tsujimura T, Furutani H, et al. Performances and emission characteristics of NH3-air and NH3-CH4-air combustion gas-turbine power generations, Proc. Combust. Inst. Vol. 36 (2017); pp. 3351-3359.

Ministry of Economy, Transport and Industry (METI), Outline of strategic energy plan, (2021) <https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/6th_outline.pdf>.

Okafor EC, Kurata O, Yamashita H, Inoue T, Tsujimura T, Iki N, Hayakawa A, Ito S, Uchida M, Kobayashi H, Liquid Ammonia Spray Combustion in Two-Stage Micro Gas Turbine Combustors at 0.25 MPa; Relevance of Combustion Enhancement to Flame Stability and NOx Control, Applications in Energy and Combustion Science Vol. 7 (2021c), 100038.

Okafor EC, Naito Y, Colson S, Ichikawa A, Kudo T, Hayakawa A, et al. Experimental and numerical study of the laminar burning velocity of CH4–NH3–air premixed flames. Combust. Flame Vol. 187 (2018); pp. 185–198.

Okafor EC, Naito Y, Colson S, Ichikawa A, Kudo T, Hayakawa A, et al. Measurement and modelling of the laminar burning velocity of methane-ammonia-air flames at high pressures using a reduced reaction mechanism. Combust. Flame Vol 204 (2019b); pp. 162–175.

Okafor EC, Somarathne KDKA, Ratthanan R, Hayakawa A, Kudo T, Kurata O, et al. Control of NOx and other emissions in micro gas turbine combustors fuelled with mixtures of methane and ammonia. Combust Flame, Vol. 211 (2020); 211: pp. 406–416.

Okafor EC, Somarathne KDKA., Hayakawa A, Kudo T, Kurata O, Iki N, et al., Towards the development of an efficient low-NOx ammonia combustor for a micro gas turbine, Proc. Combust. Inst. Vol. 37 (2019a); pp. 4597- 4606.

Okafor EC, Tsukamoto M, Hayakawa A, Somarathne KDKA, Kudo T, Tsujimura T, et al. Influence of wall heat loss on the emission characteristics of premixed ammonia-air swirling flames interacting with the combustor wall, Proc. Combust. Inst. Vol. 38 (2021a); pp. 5139-5146.

Okafor EC, Yamashita H, Hayakawa A, Somarathne KDKA, Kudo T, Tsujimura T, et al. Flame stability and emissions characteristics of liquid ammonia spray co-fired with methane in a single stage swirl combustor. Fuel, Vol. 287 (2021b); 119433.

Pratt DT, Performance of ammonia-fired gas-turbine combustors, Technical Report No.9, DA-04-200-AMC-791(x), Berkley University of California, 1967, http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/657585.pdf.

Somarathne KDKA, Hatakeyama S, Hayakawa A, Kobayashi H, Numerical study of a low emission gas turbine like combustor for turbulent ammonia/air premixed swirl flames with a secondary air injection at high pressure, Int. J. Hydrogen Energy Vo. 42 (2017); pp. 27388-27399.

Syred N. A review of oscillation mechanisms and the role of the precessing vortex core (PVC) in swirl combustion systems, Prog. Energy Combust. Sci. Vol. 32 (2006); pp. 93-161.

Wargadalam VJ, Loffler G, Winter F, Hofbauer H, Homogenous formation of NO and N2O from the oxidation of HCN and NH3 at 600-1000°C, Combust. Flame Vol. 120 (2000); pp. 465‑475.

# 各種委員会活動報告

## 広報委員会

広報委員会　委員長　菊川 豪太（東北大学）
幹事　　川村 洋介（名城大学）

1．委員会構成

委員長：菊川 豪太（東北大学），幹事：川村 洋介（名城大学）
委員：境田 悟志（茨城大学），安藤 詩音（九州大学），志村 敬彬（東京大学），
出島 一仁（滋賀県立大学），藤井 宏之（北海道大学），三浦 正義（千葉工業大学）

2．委員会開催報告

2．1　メール審議（～2023 年 3 月 14 日）

・ニュースレターNo. 97，98，99 発行のための審議（原稿収集，書式統合，著者および委員校正などの作業を分担し，多くの打合せを行った）．

・次期体制および引継ぎの打合せおよび審議．

2．2　第 1 回広報委員会（第 100 期＆101 期合同委員会）

日時・場所：2023 年 3 月 31 日（金）にオンライン会議システムにて開催予定
議題：引継ぎ，第 101 期活動計画確認，ニュースレターNo. 100～102 の内容について．

3．活動報告

3．1　ニュースレター発行

・ニュースレター No. 98（12 月号）を発行し部門ホームページで公開した．ニュースレター No. 99（4 月号）は現在最終校正中である．

・100 期のニュースレター編集担当委員は，No. 97 が出島委員，藤井委員，No. 98 が境田委員，三浦委員，No. 99 が安藤委員，志村委員であった．

・ニュースレターのコンテンツとして，各種行事案内と報告記事の他，TED Plaza に各号 2 報の特集記事を掲載した．

3．2　部門ホームページの更新・維持管理

・部門ホームページのコンテンツを逐次，最新情報に更新した．

・部門概要，部門長挨拶，委員会名簿，行事予定，部門賞，新着情報掲載欄の維持管理を行った．

3．3　インフォメーションメールの運用

・2022 年 4 月～9 月までは 97 件，2022 年 10 月～2023 年 3 月現在までは下記の通り 66 件のインフォメーションメール配信を行った．

4．101 期広報委員会構成

委員長：菊川 豪太（東北大学），幹事：川村 洋介（名城大学）
委員：安藤 詩音（九州大学），志村 敬彬（東京大学），出島 一仁（滋賀県立大学），
藤井 宏之（北海道大学），三浦 正義（千葉工業大学），李 敏赫（東京大学）

| | 配信日 | 配信元組織 | 配信先組織 | タイトル |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2023/3/13 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，宇宙工学 | 【参加登録締切間近（3/23）】第56回空気調和・冷凍連合講演会 |
| 2 | 2023/3/10 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，機械力学・計測制御 | 【講演申込開始】第33回環境工学総合シンポジウム2023 |
| 3 | 2023/3/10 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，機械力学・計測制御 | 【講演申込開始】環境工学国際ワークショップ（IWEE2023）2023/7/25-28@島根 |
| 4 | 2023/3/10 | 熱工学 | 熱工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム，環境工学，マイクロ・ナノ工学 | 【締切間近】No.23-20講習会「機械学習×熱・流体工学の最先端」 |
| 5 | 2023/3/6 | 熱工学 | 熱工学，動力エネルギーシステム | 【登録〆切：3/19(日)】第21.5回相変化界面研究会のご案内 |
| 6 | 2023/3/3 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | No.23-32 講習会「1DCAEスクール：1Dモデリングセミナ（2023年度） 第1回：1DCAEと1Dモデリング　～概論と基礎理論～」開催のご案内 |
| 7 | 2023/3/1 | 熱工学 | 熱工学，計算力学，流体工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム | 2022年度第4回燃焼工学講座のご案内（本会協賛・日本燃焼学会主催）－オンライン開催－ |
| 8 | 2023/2/22 | 流体工学 | 計算力学，バイオエンジニアリング，熱工学，動力エネルギーシステム | （延長→2/28）第4回 ASME-JSME-KSME合同流体工学会議（AJK FED2023）講演募集 |
| 9 | 2023/2/17 | 環境工学 | 熱工学，動力エネルギーシステム | 「サーモインフォマティクス研究会」第5回研究会（オンライン）のお知らせ |
| 10 | 2023/2/13 | 熱工学 | 熱工学，流体工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム | 九州大学　大学院総合理工学研究院　環境理工学部門　教員公募（准教授） |
| 11 | 2023/2/6 | 熱工学 | 熱工学 | マイクロナノ流れに関する国際会議(MNF2023)のご案内 |
| 12 | 2023/2/2 | 熱工学 | 熱工学 | ポスドク（産総研特別研究員）公募 |
| 13 | 2023/2/1 | 動力エネルギーシステム | 材料力学，熱工学，環境工学，交通・物流 | No.23-21 講習会「サステイナブルコミュニティの形成に向けた暮らしとものづくりの最新技術動向」開催のご案内 |
| 14 | 2023/2/1 | 計算力学 | 流体工学，熱工学，エンジンシステム，設計工学・システム | 日本機械学会計算力学部門「No.A-TS01-28研究会：設計と運用に活かすデータ同化研究会」（開催日：2023年3月3日（金）） |
| 15 | 2023/2/1 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，宇宙工学 | 【参加登録開始】第56回空気調和・冷凍連合講演会 |
| 16 | 2023/1/30 | 熱工学 | 熱工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム，環境工学，マイクロ・ナノ工学 | No.23-20講習会「機械学習×熱・流体工学の最先端」 |
| 17 | 2023/1/23 | 熱工学 | 熱工学 | 10th International Symposium on Radiative Transfer (Rad-23) 開催のご案内 |
| 18 | 2023/1/19 | 熱工学 | 熱工学 | 第11回沸騰凝縮伝熱国際会議(ICBCHT11)@エジンバラのご案内 |
| 19 | 2023/1/17 | 熱工学 | 熱工学 | JSTさきがけ「熱科学」領域 公開講演会のご案内 |
| 20 | 2023/1/16 | 動力エネルギーシステム | 機械材料・材料加工，流体工学，熱工学，ロボティクス・メカトロニクス | FDR2022優秀発表選出結果公表のご案内 |
| 21 | 2023/1/12 | 流体工学 | 計算力学，バイオエンジニアリング，熱工学，動力エネルギーシステム | 第4回 ASME-JSME-KSME合同流体工学会議（AJK FED2023）講演募集について |
| 22 | 2023/1/11 | 流体工学 | 計算力学，熱工学，動力エネルギーシステム，環境工学 | 【好評受付中】講習会「流体とインフォマティクス」のご案内 |
| 23 | 2023/1/9 | 熱工学 | 熱工学，動力エネルギーシステム | 【登録〆切：1/20(金曜）】第21.0回相変化界面研究会(1月24日(火曜)15:00～16:30)のご案内 |
| 24 | 2023/1/6 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，宇宙工学 | 講演申込締切延長→1/13】第56回空気調和・冷凍連合講演会 |
| 25 | 2023/1/5 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | No.22-28 講習会「1DCAEスクール：1Dモデリングセミナ（2022年度） 第6回：ひとのモデリング，1Dモデリングの勘所，活用」開催のご案内 |
| 26 | 2023/1/5 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | No.22-35 講習会「1DCAEスクール：Modelicaセミナ（2022年度）第4回：Modelica活用」開催のご案内 |
| 27 | 2022/12/28 | 熱工学 | 熱工学，計算力学，流体工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム | 2022年度第3回燃焼工学講座のご案内（本会協賛・日本燃焼学会主催）－オンライン開催－ |
| 28 | 2022/12/27 | 熱工学 | 熱工学，流体工学，動力エネルギーシステム，環境工学 | 【教員公募】横浜国立大学 機械・材料・海洋系工学専攻 准教授または助教 |
| 29 | 2022/12/22 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，宇宙工学 | 受付中【講演募集】第56回空気調和・冷凍連合講演会 |
| 30 | 2022/12/20 | エンジンシステム | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，環境工学 | 【締切延長】講習会No.22-132「往内燃機関の研究開発に関わる計測と数値解析技術に関する講習会」開催のご案内 |
| 31 | 2022/12/19 | 流体工学 | 計算力学，熱工学，動力エネルギーシステム，環境工学 | No. 22-140講習会「流体とインフォマティクス」のご案内 |
| 32 | 2022/12/6 | 熱工学 | 熱工学，動力エネルギーシステム | 【登録〆切：12/18(日)】第20.5回相変化界面研究会のご案内 |
| 33 | 2022/12/5 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，機械力学・計測制御 | （残席あり）講習会「プログラミングで学ぶ熱物性推算 －発展編－」開催のご案内 |
| 34 | 2022/12/5 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | No.22-124 講習会「1DCAEスクール：デザイン演習（2022年度）第3回：『音振動を活かす』」開催のご案内 |
| 35 | 2022/12/5 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，マイクロ・ナノ工学 | 【教員公募】 金沢大学新学術創成研究機構　テニュアトラック准教授もしくはテニュアトラック助教 |
| 36 | 2022/12/1 | 熱工学 | 熱工学 | 熱工学部門ニュースレターNo.98発行のお知らせ |
| 37 | 2022/11/19 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | No.22-35 講習会「1DCAEスクール：Modelicaセミナ（2022年度）第4回：Modelica活用」開催のご案内 |
| 38 | 2022/11/18 | 動力エネルギーシステム | 熱工学，エンジンシステム，環境工学 | 協賛行事（化学工学会：第1回エネルギー部会シンポジウム）のご案内 |
| 39 | 2022/11/17 | 熱工学 | 熱工学 | 日本熱物性学会セミナーシリーズ 第2回「バイオ研究と熱物性」のご案内 |
| 40 | 2022/11/16 | 熱工学 | 熱工学，材料力学，流体工学，機械力学・計測制御，ロボティクス・メカトロニクス | 【教員公募】京都大学大学院工学研究科 機械理工学専攻/マイクロエンジニアリング専攻 教員公募（助教） |
| 41 | 2022/11/15 | 流体工学 | 計算力学，熱工学，動力エネルギーシステム | 国際会議ISTP33講演募集のご案内 |
| 42 | 2022/11/12 | エンジンシステム | 熱工学，動力エネルギーシステム，環境工学，技術と社会 | 「第24回スターリングサイクルシンポジウム」の参加登録を開始しました |
| 43 | 2022/11/9 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | 講演会「1DCAE・MBDシンポジウム2022」参加登録のご案内（対面参加登録リマインダー） |
| 44 | 2022/11/5 | エンジンシステム | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，環境工学 | 講習会No.22-132「往内燃機関の研究開発に関わる計測と数値解析技術に関する講習会」開催のご案内 |
| 45 | 2022/11/3 | エンジンシステム | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム | 【早割11月4日〆切】第33回内燃機関シンポジウムのご案内 |
| 46 | 2022/11/2 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，宇宙工学 | 【講演募集】第56回空気調和・冷凍連合講演会 |
| 47 | 2022/11/1 | 熱工学 | 熱工学，動力エネルギーシステム | 【登録〆切：11/24(木曜）】第20.0回相変化界面研究会(11月28日(月曜)16:00～17:30)のご案内 |
| 48 | 2022/10/31 | 熱工学 | 熱工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム | 九州大学　大学院総合理工学研究院　環境理工学部門　教員公募（助教） |
| 49 | 2022/10/28 | マイクロ・ナノ工学 | 計算力学，バイオエンジニアリング，流体工学，熱工学 | No22-123　講習会「COMSOLによるマルチフィジックス解析 － 基礎からの実習と最新の活用事例紹介 －」開催のご案内 |
| 50 | 2022/10/28 | 熱工学 | 熱工学，計算力学，流体工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム | 2022年度第2回燃焼工学講座のご案内（本会協賛・日本燃焼学会主催）－オンライン開催－ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 51 | 2022/10/27 | 計算力学 | バイオエンジニアリング，材料力学，流体工学，熱工学 | 第35回計算力学講演会(CMD2022)事前参加登録のご案内 |
| 52 | 2022/10/26 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，機械力学・計測制御 | 講習会「プログラミングで学ぶ熱物性推算 －発展編－」開催のご案内 |
| 53 | 2022/10/25 | エンジンシステム | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム | Reminder:第33回内燃機関シンポジウム参加登録のご案内 |
| 54 | 2022/10/19 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | 講演会「1DCAE・MBDシンポジウム2022」参加登録のご案内 |
| 55 | 2022/10/18 | エンジンシステム | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム | 第33回内燃機関シンポジウム参加登録のご案内 |
| 56 | 2022/10/17 | 環境工学 | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム，産業・化学機械と安全 | オンライン見学会「プラズマを利用した省エネルギー・クリーンガラス溶解炉システム実証設備」開催のご案内 |
| 57 | 2022/10/17 | 熱工学 | 熱工学 | 【10/31まで延長】第17回国際伝熱会議（IHTC-17）アブストラクト受付 |
| 58 | 2022/10/14 | 材料力学 | 機械材料・材料加工，流体工学，熱工学，設計工学・システム | 12月20日(火)～21日(水)「原子力プラント機器の健全性評価に関する講習会」のご案内 |
| 59 | 2022/10/12 | 熱工学 | 熱工学，流体工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム，スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス | PIV講習会2022-2のご案内 |
| 60 | 2022/10/12 | 熱工学 | 熱工学，流体工学，動力エネルギーシステム，環境工学，マイクロ・ナノ工学 | エネルギーシンポジウム2022のご案内 |
| 61 | 2022/10/11 | エンジンシステム | 流体工学，熱工学，動力エネルギーシステム | 第33回内燃機関シンポジウムのご案内 |
| 62 | 2022/10/11 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | No.22-124 講習会「1DCAEスクール：デザイン演習（2022年度）第3回：『音振動を活かす』」開催のご案内 |
| 63 | 2022/10/4 | 設計工学・システム | 材料力学，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | 【残席あり】No.22-119 講習会「自動車における3次元設計の現状と課題」開催のご案内 |
| 64 | 2022/10/4 | 材料力学 | 機械材料・材料加工，熱工学，エンジンシステム，機械力学・計測制御 | 日本文理大工学部航空宇宙工学科　材料・構造系，および，熱力学系教員募集 |
| 65 | 2022/10/4 | 動力エネルギーシステム | 機械材料・材料加工，流体工学，熱工学，機械力学・計測制御 | 原子力工学国際会議（ICONE30）講演募集延長のご案内 |
| 66 | 2022/10/1 | 熱工学 | 熱工学，バイオエンジニアリング，流体工学，エンジンシステム，動力エネルギーシステム | 【10月6日(木)正午締め切り】熱工学コンファレンス2022　参加登録について |

以上.

# 部門賞委員会

委員長　高橋　厚史
幹事　畠山　友行

構成員：高橋厚史（委員長）、店橋護（部門長）、小原拓（前部門長）、畠山友行（幹事）、
迫田直也（前委員会幹事、オブザーバー）、以上敬称略

１．委員会の開催

第１回委員会　日時：2022 年 5 月 13 日（金）14:30-15:00
会場：Web 会議
議事：委員会の年間予定と推薦手続きの確認
第２回委員会　日時：2022 年 7 月 1 日（金）13:30-15:00
会場：Web 会議
議事：フェロー候補者の選考、部門賞候補者の検討
第３回委員会　日時：2022 年 9 月 13 日（火）13:00-15:00
会場：Web 会議
議事：部門賞・部門一般表彰（貢献表彰）候補者の選出
第４回委員会　日時：2023 年 1 月 27 日 (金)　13:00-15:00
会場：Web 会議
議事：部門賞・部門一般表彰（貢献表彰）候補者の決定
若手優秀講演フェロー賞候補者の決定

２．フェロー候補者の推薦（学会への提出締切り 9 月 16 日）

(1) フェロー候補者の推薦について、今期は熱工学部門のフェロー組織推薦定数は 2 名であること、組織推薦定数を超えた推薦は一般推薦枠として審議されることを確認。結果、部門推薦定数 2 名に加えて、一般推薦枠として 2 名、合計 4 名を推薦することを決定。
(2) 前期の候補者をふまえて、委員長と幹事は候補者リストを作成（6 月末）。
(3) 幹事はそのリストを（幹事を除く）3 名の部門賞委員会委員に送り、委員には「そのリストから、あるいはリスト外から委員推薦の候補者を選び、幹事宛に投票するように」依頼。
(4) 幹事は投票結果を集計し、その結果をもとに第 2 回部門賞委員会において、部門推薦定数 2 名と一般推薦定数 2 名を審議・決定した後、第 2 回総務委員会において諮った（7 月 1 日）。
(5) 幹事より、総務委員会で同意が得られた推薦候補者に、部門・一般推薦の候補者となっていただくように依頼した（7 月）。
(6) 委員長・部門長・幹事は、最終的に推薦書をとりまとめ、学会本部に HP より提出した（9 月 15 日）。
(7) 機械学会事務局より自動返信メールが部門長宛に送信された。

３．部門賞、部門一般表彰候補者の推薦

・　運営委員会構成員には第 1 回運営委員会にて推薦を依頼。7 月に部門ホームページに推薦書類を掲載。また、同時にインフォメーションメールで部門登録会員全員に推薦依頼（締切りは 8 月 31 日）。

・　第 3 回部門賞委員会で部門賞・部門一般表彰候補者の選定を行った。

４．若手優秀講演フェロー賞候補者の推薦

・　若手優秀講演フェロー賞推薦に関して、年次大会（富山大学）、熱工学コンファレンス（東京大学）の委員会長に推薦を依頼した。なお、依頼時に「評価プロセス手順」「評価フォーム」を併せて送付。

※審査委員の選任は、年次大会に関しては熱工学部門表彰対象セッションのオーガナイザーへ依頼し、熱工学コンファレンスに関しては実行委員会に一任した。年次大会は、口頭発表とポスター発表が混在したが、区別することなく統一した評価基準で評価を行った。

５．部門賞・部門一般表彰・若手優秀講演フェロー賞（敬称略）

●部門賞

・研究功績賞（Thermal Engineering Award for Outstanding Academic Contribution）
中部　主敬（京都大学・教授）
丸山　茂夫（東京大学・教授）

・技術功績賞（Thermal Engineering Award for Outstanding Technical Contribution）
佐藤　英明（株式会社デンソー・担当部長）

・業績賞（Thermal Engineering Achievement Award）
大宮司　啓文（東京大学・教授）

●部門一般表彰

・貢献表彰（Certificate of Merit for Thermal Engineering Contribution）
田口　良広（慶應義塾大学・教授）

●若手優秀講演フェロー賞

（注：○印が登壇者、原則として発表の翌年度の 4 月 1 日現在で 26 歳未満の会員が表彰対象）

**１. 2022 年度年次大会講演会（審査対象発表 35 件、贈賞数は 1 件）**

講演番号：J061-07
講演題目：記号力学と畳み込みニューラルネットワークを用いた航空機エンジン用シングルセクタ二段ステージ燃焼器で形成される燃焼振動の予兆検知
研究者氏名：○岸谷 宣成（東京理科大学），後藤田 浩，庄司 烈（宇宙航空開発研究機構），吉田 征二

**２. 熱工学コンファレンス 2022　（審査対象発表 124 件、贈賞数は 6 件）**

講演番号：A214
講演題目：コバルト錯体電解液の熱電気化学ゼーベック係数および粘度の支配要因の解明－Einstein の粘度式，Jones-Dole の B 係数，量子化学計算を組み合わせた理論アプローチ－
研究者氏名：○長 勇毅（東工大），永塚 真也（日本化薬），村上 陽一（東工大）

講演番号：F224
講演題目：通電加熱した銀ナノワイヤ群の発熱分布と伝熱特性の評価
研究者氏名：○児玉 将規(京都大学院), 玉井 莞爾, 杉原 悠太, 巽 和也(京都大), 栗山 怜子, 中部 主敬

講演番号：C221
講演題目：音響識別と深層学習に基づく気泡噴流の状態把握に関する研究
研究者氏名：○三上 奈生（大阪大），植木 祥高，芝原 正彦，相澤 康介（原子力機構），荒 邦章

講演番号：E133
講演題目：ループヒートパイプの高熱流束化に向けた実験的検証－蒸気溝形状とマイクロ溝加工の効果－
研究者氏名：○島田 悠太（名古屋大院），中津川 克久（名古屋大），上野 藍，長野 方星

講演番号：D231
講演題目：遠隔地における接触熱環境を体験するテレ・ハプティクス・ロボットアーム・システムの構築－ウェアラブル装置における熱環境再現性の検討－
研究者氏名：○山根 久実（名古屋工大），塚田 哲司，石野 洋二郎

講演番号：B132
講演題目：ナノ周期構造表面における液滴の蒸発に関する実験的研究
研究者氏名：○志賀 颯（大阪大），植木 祥高，芝原 正彦

以上

# 学会賞委員会

委員長　伏信　一慶（東京工業大学）

第 100 期　熱工学部門学会賞委員会　活動報告

委員会構成　　委員長　伏信　一慶（東京工業大学，伝熱），
幹事　　渡部　弘達（立命館大学，燃焼）
委員（覆面）伝熱２名，燃焼２名，熱物性２名　　計８名

活動報告
4 月 20 日　　学会賞委員会　online 会議　委員への作業内容の説明と依頼
6 月 1 日 部門インフォメーションメールにて部門推薦（自薦・他薦）の募集
締切 2022 年 6 月 27 日（月）（必着）
6 月 28 日～7 月 13 日　推薦案件の選定
7 月 14 日～7 月 28 日　推薦書類の確認
7 月 28 日　書類提出（電子メール添付にて学会事務局に提出）

推薦件数

| | | | |
|---|---|---|---|
| 〔　〕 | 日本機械学会賞（技術功績） | 0 件 | （昨年度 0 件） |
| 〔✔〕 | 日本機械学会賞（論文） | 5 件 | （12 件） |
| 〔　〕 | 日本機械学会賞（技術） | 0 件 | （1 件） |
| 〔✔〕 | 日本機械学会奨励賞（研究） | 9 件 | （5 件） |
| 〔　〕 | 日本機械学会奨励賞（技術） | 0 件 | （0 件） |
| 〔　〕 | 日本機械学会教育賞 | 0 件 | （0 件） |
| 〔　〕 | 日本機械学会優秀製品賞 | 0 件 | （0 件） |

申し送り
・動き出しは，機械学会のインフォメーションメールより前でも可。
・委員会活動は online 会議とメールベースで実施。
・今年度は，応募者多数につき募集のリマインドは不要。
・今期振り返りに関しては、例年応募が少ない、旨の書き物への記載要否が悩ましい。本記載は不要で良いのではないか。
・今年度は学会賞(論文)3 件、奨励賞(研究) 5 件修正依頼有、候補者に連絡の上再提出。
・部門推薦に至らなかった候補者にもその旨を連絡
・昨年度より，推薦案件を 1 件ずつ学会の表彰部会へ online システムを通じて提出することになり，提出作業に時間を要する。但し，推薦案件が 10 件を超える場合は，一括してメール添付で提出でき、今年度は該当した為、メール添付（推薦書類は T2Box を利用し提出）にて提出。
・online 提出では，指定された書類以外のファイル等は提出できない。
・推薦案件を一括してメール添付で提出する場合も，指定された書類以外のファイルは提出後事務局にて確認の後、修正・再提出依頼有。事務局からの修正が多くて時間を取られた（事務局から候補者に連絡してもらった方がいいかもしれない)。

以上

# 年次大会委員会

委員長：角田　直人（東京都立大学）
幹　事：小山　幸平（東京工業高等専門学校）

＜2023 年度年次大会　概要＞

日程：2023 年 9 月 3 日（日）～ 6 日（水）
場所：東京都立大学　南大沢キャンパス
大会委員長：東京都公立大学法人　理事長　山本 良一
顧問：株式会社荏原製作所　取締役会長　前田東一
実行委員長：東京都立大学　教授　小林 訓史
キャッチフレーズ：「機械工学の英知を結集しゼロエミッション社会を拓く」
テーマ：「安全安心」「グリーン&デジタル」「共生社会」
特別講演：山地憲治氏（地球環境産業技術研究機構　理事長・研究所長）
　　大橋隆哉氏（東京都立大学　学長）

＜部門共催 OS（５件）＞

J051 マイクロ・ナノスケールの熱流体現象
（流体工学部門，熱工学部門，マイクロ・ナノ工学部門）
オーガナイザ　米村 茂（中部大学）
山口 浩樹（名古屋大学）
菊川 豪太（東北大学）
鈴木 雄二（東京大学）

J052 燃料電池・二次電池とナノ・マイクロ現象
（流体工学部門，マイクロ・ナノ工学部門，熱工学部門，計算力学部門，材料力学部門，動力エネルギーシステム部門）
オーガナイザ　杵淵 郁也（東京大学）
徳増 崇（東北大学）
田部 豊（北海道大学）
大島 伸行（北海道大学）
佐藤 一永（東北大学）
鹿園 直毅（東京大学）
花村 克悟（東京工業大学）

J121 1DCAE・MBD と物理モデリング
（設計工学・システム部門，機械力学・計測制御部門，機械材料・材料加工部門，流体工学部門，熱工学部門，計算力学部門）
オーガナイザ　大富 浩一（Ohtomi Design Lab.）
山崎 美稀（日立ハイテク）
脇谷 伸（広島大学）
野間口 大（大阪大学）
岩田 宜之（東芝インフラシステムズ）
西田 怜美（DataLabs）
畑 陽介（ブラザー工業）
福江 高志（金沢工業大学）

J181 交通・物流機械の自動運転
（交通・物流部門，機械力学・計測制御部門，技術と社会部門，設計工学・システム部門，機械材料・材料加工部門，流体工学部門，産業・化学機械と安全部門，熱工学部門，法工学専門会議，ロボティクス・メカトロニクス部門，スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門，生産加工・工作機械部門，生産システム部門，情報・知能・精密機器部門）

オーガナイザ　高田 博（東京理科大学）
中野 公彦（東京大学）
西村 秀和（慶應義塾大学）
高田 一（中部大学）
綿貫 啓一（埼玉大学）
ポンサトーン ラクシンチャラーンサク（東京農工大学）
林 隆三（東京理科大学）

J241 医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発
（医工学テクノロジー推進会議，機械力学・計測制御部門，流体工学部門，計算力学部門，バイオエンジニアリング部門，ロボティクス・メカトロニクス部門，情報・知能・精密機器部門，材料力学部門，熱工学部門，マイクロ・ナノ工学部門，機素潤滑設計部門）

オーガナイザ　宮田 昌悟（慶應義塾大学）
白樫 了（東京大学）
塚本 哲（防衛大学校）
松浦 弘明（東京大学）

＜部門同好会＞

４部門合同を企画中

以上

# 環太平洋熱工学会議委員会

委員長：　店橋　護（東京工業大学）
幹　事：　津島将司（大阪大学）

## １．委員会構成について

第 100 期は下記の委員会構成で，第 3 回環太平洋熱工学会議の開催に向けた準備を行った．

委員長：店橋　護（東京工業大学）
幹　事：津島将司（大阪大学）
委　員：深潟康二（慶応義塾大学）

なお，委員会構成は準備状況に応じて来期以降変更する．

## ２．第３回環太平洋熱工学会議に関する基本合意事項の確認

第 3 回会議は日本機械学会(JSME)，米国熱流体工学会(ASTFE)および大韓民国機械学会(KSME)の共催で，新型コロナウィルス感染症に起因する変更（会期，開催方法等）等を含めて開催に向けた調整や打合せを行った．第２回会議会期中（2019 年 12 月）に行われた日米韓関係者間の基本合意事項は以下の通りであり，これについては､本年度の交渉過程で ASTFE 及び KSME と再確認した．

- 日米韓の 3 学会共催で各機関の代表者を co-chair として組織委員会を構成する.ただし，第 3 回会議は ASTFE が主体的に開催する（ホスト・ソサエティを ASTFE と設定する）．
- 2023 年 12 月に第 3 回会議を開催する．3 年半前を目途に ASTFE は候補地を提案する．
- 第 3 回以降の会議開催に係る損益はホスト・ソサエティ 40%，他 2 学会 30%で負担あるいは配分する．

## ３．今期の活動

2020 年度(2021 年 3 月)に韓国にて開催予定であった日韓熱流体会議が 2022 年度(2022 年 4 月以降)に延期され，未だ開催の目途が立っていないこと，2022 年度に南アフリカにて開催予定であった国際伝熱会議が 2023 年度に延期されていること等を鑑み，第 3 回会議の開催年を 2024 年に延期することについて，ASTFE 及び KSME に打診し，開催年を 2024 年 12 月以降とすることで合意した．

上記の第２回会議会期中（2019 年 12 月）の会合での合意事項に基づき，第 3 回会議の予定ホスト・ソサエティである ASTFE に開催年を 2024 年 12 月の開催を打診したが，2023 年 3 月 26 日に開催された ASTFE のボードミーティングにおいて，ASTFE はホスト・ソサエティを断念するとの結論に至ったとの連絡を受けた．これを受けて，同じく第２回会議会期中（2019 年 12 月）の会合での合意事項に基づき，現在 KSME にホスト・ソサエティとして第 3 回会議を企画・開催することの可否を照会中である．仮に，KSME 側もホスト・ソサエティが不可との結論に至った場合，JSME をホスト・ソサエティとして開催することとなる．2024 年 12 月に開催する場合は，下記のような日程を予定する．なお，1st announcement の発行は 2022 年度内であることが望ましかったが，上述のような事情により遅れる．

| | |
|---|---|
| 1st announcement | July, 2023 |
| Website open | Oct., 2023 |
| Track, Topics and Track chairs are fixed | Oct., 2023 |
| Plenary lectures are fixed | Oct., 2023 |
| 2nd announcement (Call for Papers) | Nov, 2023 |
| Keynote lectures are fixed | Feb., 2024 |
| Abstract for review due | Apr., 2024 |
| Extend abstract for review due | June, 2024 |
| Deadline for early-bird registration | Oct., 2024 |
| Deadline for late registration | Nov., 2024 |

以上

# JSME-KSME 合同会議委員会

鈴木　雄二（東京大学，委員長）
李　敏赫（東京大学，幹事）

第 10 回日韓機械学会合同・熱流体国際会議
The Tenth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference

KSME 側からコロナの状況が見通せないので，一旦 TFEC10 をキャンセルしたいという連絡があった．

コロナの状況が収まってきた段階で，JSME と KSME の熱工学および流体工学の部門長で今後の会議開催について相談をする予定である．

以上

# JTST 委員会

委員長：　高橋　周平（岐阜大）
幹　事：　桑名　一徳（東京理科大）

## １．掲載状況（2023 年 3 月 14 日現在）

Vol. 1,　No. 1（pp. 1～41）：　4 件
No. 2（pp. 42～148）：　9 件
Vol. 2,　No. 1（pp. 1～133）：　12 件
No. 2（pp. 134～300）：　15 件
Vol. 3,　No. 1（pp. 1～166）：　16 件
（2007 日米熱工学会議特別号：Guest Editor＝花村克悟（東工大））
No. 2（pp. 167～380）：　17 件
No. 3（pp. 381～551）：　15 件
Vol. 4,　No. 1（pp. 1～201）：　17 件
No. 2（pp. 202～323）：　11 件
No. 3（pp. 202～436）：　14 件
（第７回日韓熱流体工学会議特別号：Guest Editor＝近久武美（北大））
No. 4（pp. 437～517）：　8 件
（第２回国際伝熱フォーラム特別号：Guest Editor＝中別府修（明治大））
Vol. 5,　No. 1（pp. 1～188）：　15 件
No. 2（pp. 189～341）：　11 件
Vol. 6,　No. 1（pp. 1～202）：　17 件
No. 2（pp. 203～322）：　12 件（Preface を含む）
（第７回国際流体力学会議特別号：Guest Editor＝圓山重直、小原拓（東北大））
No. 3（pp. 323～485）：　13 件
Vol. 7,　No. 1（pp. 1～349）：　27 件
（うち 10 件は第３回アジア計算熱流体シンポジウムからのセレクテッドペーパー：Guest Editor＝須賀一彦（大阪府立大）、芝原正彦（阪大））
No. 2（pp. 350～404）：　6 件（Preface を含む）
（第８回国際流体力学会議特別号：Guest Editor＝圓山重直、小原拓（東北大））
No. 3（pp. 405～496）：　9 件
（第４回ﾏｲｸﾛｽｹｰﾙ熱流体国際会議特別号：Guest Editor＝高橋厚史（九大）、鹿園直毅（東大））
No. 4（pp. 497～766）：　19 件
Vol. 8,　No. 1（pp. 1～335）：　23 件
No. 2（pp. 336～447）：　10 件（Preface を含む）
（第９回国際流体力学会議特別号：Guest Editor＝圓山重直、小原拓（東北大））
No. 3（pp. 448～612）：　12 件
Vol. 9,　No. 1（JTST1～5）：　5 件
No. 2（JTST6～15）：　10 件
Vol. 10,　No. 1（JTST1～20）：　20 件（2 件の Review Paper を含む）
No. 2（JTST21～28）：　8 件
Vol. 11,　No. 1（JTST1～19）：　19 件（2 件の Review Paper を含む）
No. 2（JTST20～33）：　14 件
No. 3（JTST34～49）：　16 件（Preface を含む）
（First Pacific Rim Thermal Engineering Conference 特集号：Guest Editor＝須賀一彦（大阪府立大））
Vol. 12,　No. 1（JTST1～15）：　15 件（1 件の Review Paper を含む）
No. 2（JTST16～38）：　23 件
Vol. 13,　No. 1（JTST1～19）：　19 件
No. 2（JTST20～35）：　16 件

Vol. 14, No. 1（JTST1～13）: 13 件
No. 2（JTST14～29）: 16 件
Vol. 15, No. 1（JTST1～12）: 12 件
No. 2（JTST13～21）: 9 件（Preface を含む）
（Special Issue of The 7th Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow：
Guest Editor-in-Chief＝芝原正彦（大阪大））
No. 3（JTST22～36）: 15 件
Vol. 16, No. 1（JTST1～13）: 13 件（Preface を含む）
（Special Issue of the Second Pacific Rim Thermal Engineering Conference：
Guest Editor-in-Chief＝芝原正彦（大阪大））
No. 2（JTST14～31）: 18 件
No. 3（JTST31～41）: 11 件
Vol. 17, No. 1（jtst.21-00271～）: 11 件
No. 2（jtst.22-00051～）: 6 件（Preface を含む）
（Special Issue of The 11th International Symposium on Solar Energy and Efficient Energy Usage：
Guest Editor-in-Chief＝山田昇（長岡技科大）)
No. 3（jtst.22-00007～）: 14 件
Vol. 18, No. 1（jtst.22-00365～）: 3 件

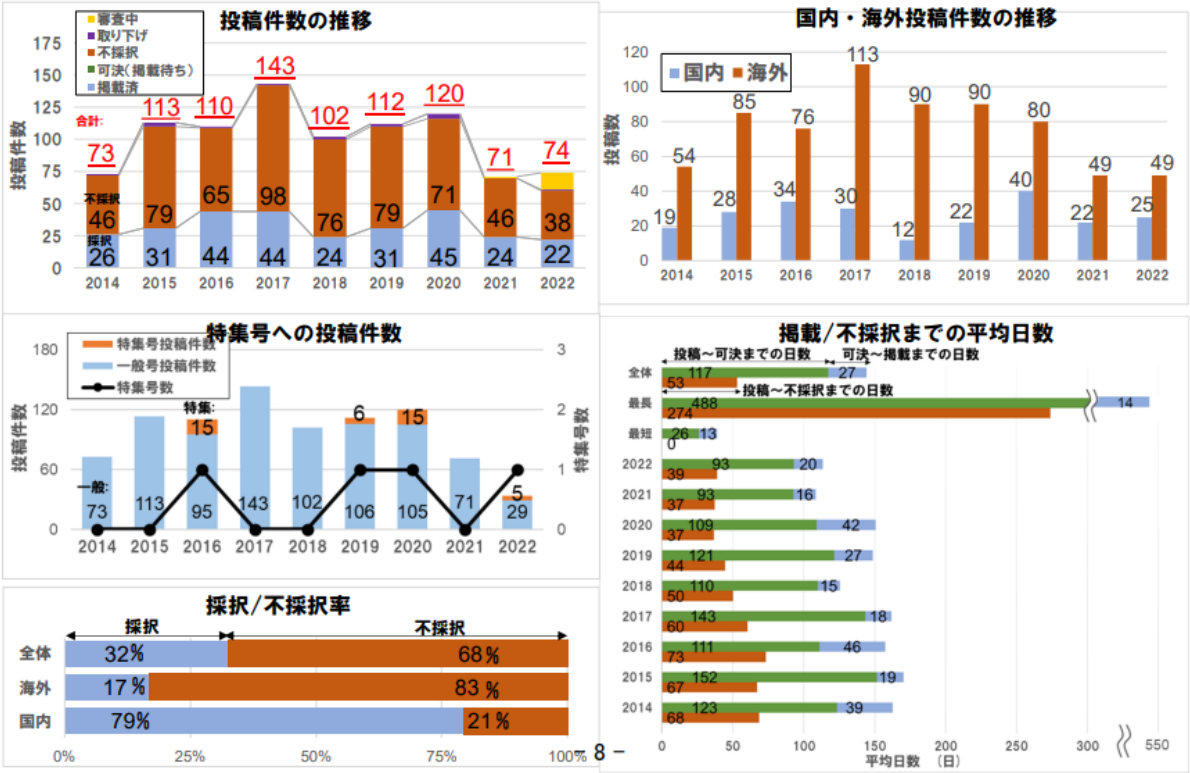
## ２．編修委員会

Editor-in-Chief：高橋周平（岐阜大）
Editors： 矢吹智英（九工大/日本伝熱学会推薦）、小糸康志（熊本大）、熊野寛之（青山学院大）、小宮敦樹（東北大）、桑名一徳（東京理科大）、戸谷剛（北海道大）、黒瀬良一（京都大）、岩井裕（京都大）
Advisory Board： 山田昇（長岡技科大）

## ３．第 100 期特記事項

・投稿数について
Impact Factor は 0.947 となった.（昨年は 0.678、一昨年は 0.781）
投稿数は昨年並み.（詳細は下表）
・特集号について
The 11th International Symposium on Solar Energy and Efficient Energy Usage (11th SOLARIS 2021)
の特集号を発行した（企画代表者：山田昇（長岡技科大））
・査読期間について
可決までの平均日数の目標値（100 日）を達成できた.

Journal of Thermal Science and Technology (2022.12.31現在)



# 年鑑委員会

委員長　　田部　豊（北海道大学）
幹事　　植村　豪（北海道大学）

2023 年 8 月に電子版にて公開予定の「機械工学年鑑」の執筆者を 2022 年 5 月に以下のとおり決定し，2023 年 3 月 6 日付けで学会の担当者上野氏より執筆者に正式な執筆依頼と執筆要項，原稿テンプレートが送付された．原稿締切日は 2023 年 4 月 17 日であり，2023 年 6 月に原稿の査読を終了する予定である．

2023 年「機械工学年鑑」　執筆者リスト

| 章・節・項 | 名　称 | 割当頁 | 執筆者に依頼する内容 | 執筆者氏名 | 勤務先名 |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 代表者 | 熱工学 | | 査読 | 田部　豊 | 北海道大学 |
| 8 幹事 | 熱工学 | | 査読 | 植村　豪 | 北海道大学 |
| 8.1.1 | 伝熱および熱力学 | 2000 字程度 | 概説 | 伊藤　衡平 | 九州大学 |
| 8.1.2 | | 2000 字程度 | 熱物性 | 菊川　豪太 | 東北大学 |
| 8.1.3 | | 2000 字程度 | 伝熱 | 金田　昌之 | 大阪公立大学 |
| 8.1.4 | | 2000 字程度 | 熱交換器 | 松原　幸治 | 新潟大学 |
| 8.2.1 | 燃焼および燃焼技術 | 3000 字程度 | 燃焼 | 高橋　周平 | 岐阜大学 |
| 8.2.2 | | 3000 字程度 | 燃焼技術・燃料 | 渡邊　学 | ENEOS 株式会社 |

以上

# 出版委員会

委員長　熊野寛之（青山学院大学）
幹事　寺岡喜和（金沢大学）
委員　石井慶子（青山学院大学）
委員　仮屋圭史（佐賀大学）
委員　藏田耕作（九州大学）
委員　地下大輔（東京海洋大学）
委員　光石暁彦（大阪電気通信大学）
委員　森本崇志（青山学院大学）

1．委員会の開催

ウェブサイト「熱工学ギャラリー」（https://g.ted-jsme.jp/）の更新と運営，動画発表セッション「熱工学コレクション 2022（熱コレ 2022）」の開催に関して，ウェブ会議ならびにメール会議を行った．

2．熱工学ギャラリーの更新

講演者の希望に応じて，熱工学コレクションで発表いただいた動画をウェブサイト「熱工学ギャラリー」に掲載した．継続的にコンテンツ数および視聴回数を増やすことを当面の目標とする．熱工学コレクション 2022 の講演者からの掲載があった．

現在，新規動画は「YouTube」での限定公開の形式として掲載しているが，視聴回数が伸びていないことから，熱工学ギャラリーの「YouTube」チャンネルおよび動画の公開について，今後，検討する．

3．熱コレ 2022 の開催

熱工学コンファレンス（10/8-9，東京）において動画発表セッション「熱コレ 2022」を企画し，10 件の講演が行われた．数多くの参加者に視聴してもらうために，今回の開催では発表予定の動画を事前にオンデマンド配信する試みを実施した．その結果，開催期間中の動画再生回数が前年度に比べて増加した．熱コレ 2022 最優秀動画賞には「様々な紙の燃え方」が選ばれた．受賞者には，懇親会にて熱工学コンファレンス実行委員長より表彰状が贈呈され，受賞動画の上映を行った．投票は熱コレ終了後から約２時間の電子投票にて実施したが，公平性を確保するために今後も実施方法の検討が必要である．

なお，次年度以降も申込者を増やすために，通常の発表講演とは違うことや，複数件の演題登録をしても差し支えないことを周知するとともに，個別に登録を依頼するなどの働きかけが必要と思われる．2023 年度の熱工学コンファレンスでも動画発表セッションを企画予定である．

以上

# 講習会委員会

委員長　巽　和也（京都大学）
幹事　諸隈　崇幸（神奈川大学）
幹事　網　健行（関西大学）
長谷川　洋介（東京大学）

## 1. 活動報告

### 1.1 部門講習会

■　講習会名：No. 22-15
「機械学習×熱・流体工学の最先端」
企　画：熱工学部門・流体工学部門・計算力学部門 合同企画
開催時期：2022 年 3 月 14 日（月）
会　場：オンライン（Webex events）
WEB サイト：https://www.jsme.or.jp/event/22-15/
プログラム・講師：

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11:00～12:30 | 機械学習の基礎 | 長尾 大道 | （東京大学） |
| 13:40～14:40 | 気液二相流×機械学習 | 三輪修一郎 | （東京大学） |
| 14:50～15:50 | 微気象×機械学習 | 大西 領 | （東京工業大学） |
| 16:00～17:00 | 燃焼×機械学習 | 源 勇気 | （東京工業大学） |

参加者数　109 名

■　講習会名：No.22-68
「『伝熱工学資料（改訂第 5 版）』の内容を教材にした熱設計の基礎と応用」
開催時期：2022 年 9 月 8 日（木），9 日（金）
会　場：オンライン（Webex events）
WEB サイト：https://www.jsme.or.jp/event/22-68/
プログラム・講師：
1 日目（9 月 8 日（木））

| | | |
|---|---|---|
| 10:00～11:35 | 全体を見渡す話 | 花村 克悟（東京工業大学） |
| 13:00～14:35 | 伝導伝熱の基礎 | 岩井 裕（京都大学） |
| 14:50～16:25 | 対流伝熱の基礎 | 西野 耕一（横浜国立大学） |

２日目（9 月 9 日（金））

| | | |
|---|---|---|
| 9:00～10:35 | 熱放射の基礎 | 花村 克悟（東京工業大学） |
| 10:50～12:25 | 熱交換の基礎 | 鹿園 直毅（東京大学） |
| 13:30～15:05 | 沸騰熱伝達の基礎 | 上野 一郎（東京理科大学） |
| 15:20～16:55 | 温度測定 | 中村 元（防衛大学校） |

参加者数：　28 名

（参考）過去6年間の講習会の企画内容

| 企画期 | 開催日時<br>(企画期次年に開催) | 開催場所 | 参加者数(学校(学生)/企業/その他) |
|---|---|---|---|
| 99 期<br>(2021) | 2022年 9/8(木) 10:00-16:25<br>9/9(金) 9:00-16:55 | オンライン(Webex) | 27 名<br>(7(2)/21/0) |
| 98 期<br>(2020) | 2021年 9/16(木) 10:00-16:25<br>9/17(金) 9:00-16:55 | オンライン(Webex) | 27 名 |
| 97 期<br>(2019) | 2020年 9/17(木) 10:00-16:25<br>9/18(金) 9:00-17:05 | オンライン(Webex) | 50 名 |
| 96 期<br>(2018) | 2019年 9/24(月) 10:00-16:25<br>9/25(火) 9:00-17:05 | 日本機械学会会議室 | 31 名<br>(2(2)/24/5) |
| 95 期<br>(2017) | 2018年 9/27(木) 10:00-16:25<br>9/28(金) 9:00-17:05 | 日本機械学会会議室 | 20 名<br>(6(1)/14/0) |
| 94 期<br>(2016) | 2017年 9/28(木) 10:00-16:25<br>9/29(金) 9:00-17:05 | 日本機械学会会議室 | 20 名<br>(0(0)/20/0) |
| 93 期<br>(2015) | 2016年 9/29(木) 10:00-16:25<br>9/30(金) 9:00-17:05 | 日本機械学会会議室 | 38 名<br>(7(4)/28/3) |

### 1.2 熱工学ワークショップ （No. 22-118）

開催時期：2022 年 10 月 8 日（土）

会　　場： 東京大学 本郷キャンパス 工学部 2 号館 221 号講義室・223 号講義室

熱工学コンファレンス 2022 会場

WEB サイト：https://www.jsme.or.jp/event/22-118/

プログラム・講師：

12:15～13:05 「半導体メモリデバイスにおける熱問題と今後の展望」
東 悠介氏（キオクシア株式会社）

13:05～13:10 休憩

13:10～14:00 「水冷モジュールの高精度な過渡熱インピーダンス測定と
パワーサイクル寿命のオン時間依存性」
山内 浩平氏（富士電機株式会社）

参加者数: 115 名

### 1.3 計算力学技術者 2 級 認定試験対策講習会

講習会名：No. 22-88，No. 22-89

「計算力学技術者 2 級 （熱流体力学分野の解析技術者）認定試験対策講習会」

会　　場： オンライン

企　　画：熱工学部門（幹事部門），計算力学部門，流体工学部門 合同企画

委員長 ：芝原正彦（大阪大学），伏信一慶（東京工業大学）

幹事 ：長谷川洋介（東京大学）

【休日コース】（担当：芝原正彦（大阪大学））

開催日時：2022 年 10 月 1 日（土），2 日（日）

プログラム・講師：

第 1 日：10 月 1 日（土）

| | | |
|---|---|---|
| 10:00～10:05 | 開会挨拶 | 芝原正彦（大阪大学） |
| 10:05～11:25 | 計算力学のための数学の基礎 | 大森健史（大阪公立大学） |
| 11:35～12:55 | 流体力学の基礎 | 高田滋（京都大学） |
| 14:00～15:25 | 熱力学の基礎 | 芝原正彦（大阪大学） |
| 15:35～16:50 | 伝熱学の基礎 | 齊藤泰司（京都大学） |

第 2 日：10 月 2 日（日）

| | | |
|---|---|---|
| 10:00～12:05 | 乱流モデル，境界条件 | 桑田祐丞（大阪公立大学） |
| 13:15～15:20 | 数値計算法，格子生成法 | 山川勝史（京都工芸繊維大学） |
| 15:30～17:00 | ポスト処理，結果の検証 | 小田豊（関西大学） |
| 17:00～17:10 | 閉会挨拶 | 芝原正彦（大阪大学） |

参加者数：30 名

【平日コース】（担当：伏信一慶（東京工業大学））
開催日時：2022 年 10 月 31 日（月），11 月 1 日（火）
プログラム・講師：

第 1 日：10 月 31 日（月）

| | | |
|---|---|---|
| 10:00～10:05 | 開会挨拶 | 伏信一慶（東京工業大学） |
| 10:05～11:25 | 計算力学のための数学の基礎 | 坪倉誠（神戸大学） |
| 11:35～12:55 | 流体力学の基礎 | 中 吉嗣（明治大学） |
| 14:00～15:20 | 熱力学の基礎 | 伏信一慶（東京工業大学） |
| 15:30～16:50 | 伝熱学の基礎 | 小宮敦樹（東北大学） |

第 2 日：11 月 1 日（火）

| | | |
|---|---|---|
| 10:00～12:05 | 乱流モデル，境界条件 | 小林宏充（慶應義塾大学） |
| 13:15～15:20 | 数値計算法，格子生成法 | 守 裕也（電気通信大学） |
| 15:30～17:00 | ポスト処理，結果の検証 | 亀谷幸憲（明治大学） |
| 17:00～17:10 | 閉会挨拶 | 伏信一慶（東京工業大学） |

参加者数：33 名

以上

# 熱工学コンファレンス 2023 実行委員会

委員長：浅野　等
幹　事：村川　英樹

**熱工学コンファレンス 2023 準備状況**

□　実行委員会
委員長：浅野 等（神戸大）
幹　事：村川英樹(神戸大)
総務委員会
委員長：網 健行（関西大）
委　員：杉本勝美（神戸大），廣川智己（兵庫県大），藤原邦夫，鈴木崇弘（大阪大），小田 豊（関西大），岩井 裕，栗山怜子（京都大），金田昌之（大阪公大）
論文委員会
委員長：木下進一（大阪公大）
委　員：河南 治，高垣直尚（兵庫県大），宋 明良（神戸大），熊野智之（神戸市立高専），芝原正彦，津島将司（大阪大），巽 和也（京都大），梅川尚嗣（関西大），出島一仁（滋賀県大）
企画委員会
委員長：岸本将史（京都大）
委　員：日出間るり（神戸大），木村文義，山口義幸（兵庫県大），松本亮介（関西大），桑田祐丞，伊與田浩志，増田勇人（大阪公大），林 潤（京都大），植木祥高（東京理大）

□　熱工学コンファレンス 2023 開催日時・会場
行事番号：No. 23-38
開 催 日：2023 年 10 月 14 日（土），15 日（日）
開催方式：対面開催
会　　場：神戸大学大学院工学研究科　教室棟，本棟
〒657-8501 神戸市灘区六甲台町１－１

□　特別講演会および部門表彰式
開催日時：2023 年 10 月 14 日（土）午後
会　　場：神戸大学百年記念館　六甲ホール

□　熱工学ワークショップ
講習会委員会と協力して対面実施する．
開催日時：2023 年 10 月 14 日（土）12:00～14:00
会　　場：神戸大学大学院工学研究科　教室棟　LR-501
参 加 費：1,000 円予約制とし，参加者には昼食を用意

□　熱工学コレクション 2023（熱コレ）
出版委員会と協力して実施する．

□　懇親会（意見交換会）
開 催 日：2023 年 10 月 14 日（土）
会　　場：神戸大学社会科学系アカデミア館 生協食堂

□　スケジュール（予定）
講演発表申込受付開始：　2023 年 6 月 1 日（木）

講演発表申込締切：　2023 年 6 月 16 日（金）
講演原稿提出締切：　2023 年 8 月 18 日（金）
事前参加登録締切：　2023 年 9 月 15 日（金）

□　参加費　　調整中

□　講演論文集の形式と発行方法
形態：前回（東京）を踏襲　Web 配信（ダウンロード形式）
書式：1 ページ書式　もしくは　2～6 ページ書式（英文アブストラクト付き）

□　オーガナイズドセッション（OS）の募集
3 月 28 日に配信済（熱工学部門登録会員宛（メーリングリスト）に配信）
前回（2022）オーガナイザに個別依頼
応募締切：4 月 14 日

□　展示／広告
総合受付近くでパネル展示を企画

□　ホームページの開設
URL　：　https://www.jsme.or.jp/conference/tedconf23/index.html
事務局：　tedconf23@jsme.or.jp

□　熱工学部門運営委員会
開催日時：2023 年 10 月 15 日（日）午後
会　　場：神戸大学大学院工学研究科　多目的会議室

# 行事案内

## 部門企画行事案内

－2023 年度－

●熱工学コンファレンス 2023
開催日：2022 年 10 月 14 日（土）～15 日（日）
場　所：神戸大学六甲台第 2 キャンパス，兵庫県神戸市

●熱工学ワークショップ
開催日：2022 年 10 月 14 日（土）
場　所：神戸大学六甲台第 2 キャンパス，兵庫県神戸市

## 部門関連行事案内

－2023 年度－

●第 33 回環境工学総合シンポジウム 2023
開催日： 2023 年 7 月 25 日（火）
場　所：くにびきメッセ，島根県松江市
主　催：日本機械学会 環境工学部門

●第 16 回動力エネルギー国際会議(ICOPE-2023)
開催日： 2023 年 5 月 21 日（日）～26 日（金）
場　所：国立京都国際会館，京都府京都市
主　催：日本機械学会 動力エネルギーシステム部門

## 国際会議案内

－2023 年－

●33rd International Symposium on Transport Phenomena (ISTP33)
開催日：2023 年 9 月 24 日（日）～27 日（水）
場　所：熊本城ホール，熊本県熊本市

●第 8 回マイクロナノ流れに関する国際会議(MNF2023)
開催日：2023 年 9 月 18 日（月）～20 日（水）
場　所：Padova, Italy

●第 17 回国際伝熱会議（IHTC-17）
開催日：2023 年 8 月 14 日（月）～18 日（金）
場　所：Cape Town International Convention Centre, South Africa

●ASME-JSME-KSME 合同流体工学会議（AJK FED2023）
開催日：2023 年 7 月 9 日（日）～13 日（木）
場　所：大阪国際会議場，大阪府大阪市

●10th International Symposium on Radiative Transfer (Rad-23)
開催日：2023 年 6 月 12 日（月）～16 日（金）
場　所：Thessaloniki, Greece

●第 30 回原子力工学国際会議（ICONE30）
開催日：2023 年 5 月 21 日（日）～26 日（金）
場　所：国立京都国際会館，京都府京都市

●第 11 回沸騰凝縮伝熱国際会議(ICBCHT11)
開催日：2023 年 5 月 15 日（月）～17 日（水）
場　所：エジンバラ大学，英国

# その他

## 編集後記

本号の TED Plaza では、新代替燃料としてのアンモニア利用に関する研究開発をテーマにお二方よりご寄稿いただきました。京都大学・岸本先生からは、エネルギーキャリアとしてのアンモニアの特徴に関してまとめていただき、アンモニアを固体酸化物形燃料電池の燃料として使用する場合、従来の水素燃料と同等な扱いが可能であることや、メタンと混合させることでより高効率な運転につながる可能性に関してご紹介いただきました。九州大学・Okafor 先生からはアンモニア燃焼器においては温室効果ガスである $N_2O$ の排気管理が重要であり、そのためにメタン混焼や二段燃焼など種々の実験的研究が行われていることをご紹介いただきました。今回の特集を通して、アンモニアは燃料電池や内燃機関等の燃料源として非常に有望である一方で、その実用化には従来燃料では経験されなかった新たな障壁があることを学びました。脱炭素社会の実現には欠かせない次世代エネルギーの一つですので、今後の研究の発展に期待しております。

この度はご多忙にもかかわらず執筆をご快諾いただきました岸本先生と Okafor 先生に心より御礼申し上げます。

（編集担当委員：安藤・志村）

第 99 期広報委員会

| | | |
|---|---|---|
| 委員長： | 菊川 豪太 | 東北大学 |
| 幹 事： | 川村 洋介 | 名城大学 |
| 委 員： | 境田 悟志 | 茨城大学 |
| | 安藤 詩音 | 九州大学 |
| | 志村 敬彬 | 東京大学 |
| | 出島 一仁 | 滋賀県立大学 |
| | 藤井 宏之 | 北海道大学 |
| | 三浦 正義 | 千葉工業大学 |

©著作権：2023　一般社団法人　日本機械学会　熱工学部門