



令和2年12月17日

報道機関 各位

東北大学流体科学研究所

液体アンモニアを燃料とする噴霧火炎の安定化に成功 — アンモニアガスタービン発電の実用化に向けて前進 —

【発表のポイント】

- 高温旋回空気流を用いることによって、液体アンモニア噴霧を安定燃焼させることに成功
- CO₂を排出しないアンモニアを燃料とするガスタービン発電の実用化に大きく前進
- 既設ガスタービンを最小限の改造でアンモニア燃焼用に変更することも可能であり、脱炭素社会早期実現への貢献が期待

【概要】

アンモニア(NH₃)は水素(H₂)と同様、温室効果ガスである二酸化炭素(CO₂)を排出しない燃料として期待が高まっています。東北大学流体科学研究所の小林秀昭教授、早川晃弘准教授らの研究グループは、株式会社IHI、産業技術総合研究所との共同研究により、ガスタービン燃焼器のモデルである旋回流燃焼器^{注1}において、高温旋回空気流中に液体アンモニアを噴射する方法により、純アンモニア噴霧火炎ならびに、天然ガスの主成分であるメタン(CH₄)と混焼させたアンモニア噴霧火炎を安定化させることに成功しました。この成功によって、温室効果ガスを排出しないアンモニアガスタービン発電の実用化に向けて大きく前進しました。

本成果は、2020年12月4日に第58回燃焼シンポジウムにおいて口頭発表されました。

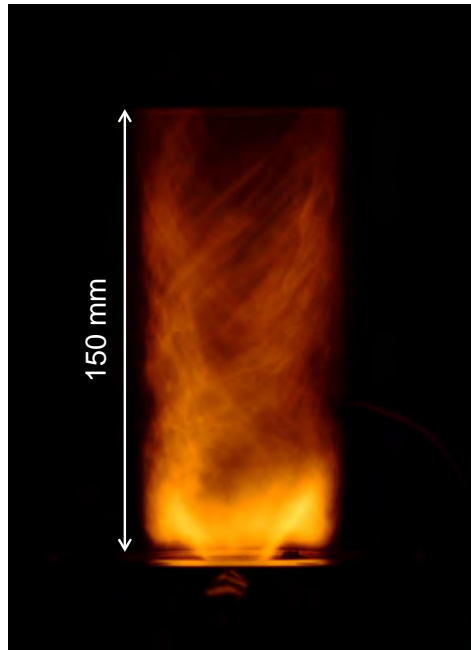


図 500 K に予熱された高温旋回空気流中に安定化された純アンモニア噴霧火炎。安定した火炎基部が形成され、旋回しながら燃焼器の長さである 150 mm の範囲内で概ね燃焼完了している。

※画像有(1枚)

【問い合わせ先】

東北大学流体科学研究所

担当 小林秀昭、早川晃弘

電話 022-217-5272

022-217-5279

E-mail hideaki.kobayashi.a3@tohoku.ac.jp

akihiro.hayakawa.b2@tohoku.ac.jp

【詳細な説明】

◆ 研究の背景

温室効果ガス排出削減に向けた取り組みは急務であり、特に発電分野の脱炭素化と CO₂ 排出削減が大きな課題となっています。再生可能エネルギーの利用拡大を図りながら既存の火力発電の脱炭素化を実現することは、温室効果ガス排出削減と安定的な電力供給を同時に達成する上で重要です。アンモニア (NH₃) は水素キャリア^{注2}であるとともに、それ自体を直接燃焼させることができるカーボンフリー燃料として期待が高まっています。当研究グループは、産業技術総合研究所との共同研究により、気体アンモニアを燃料とするマイクロガスタービン^{注3}発電にすでに成功しています。しかし、気体アンモニアをガスタービンに供給するためには、蒸発器、蓄圧器、気体圧縮ポンプなどの補器が必要であり、それら補器のコストと運転に必要なエネルギーはアンモニアガスタービンの実用化を進める上で問題となっていました。そこでアンモニアを液体のまま貯蔵タンクから燃焼器に導いて噴霧燃焼^{注4}を行わせることで、既設ガスタービンの改造と補器エネルギーを最小限に収めることができ、迅速な起動が不可欠な非常用電源としての活用も可能となります。この燃焼方式は、より大型のガスタービンにおいても適用が見込まれ、アンモニアを燃料とする CO₂ を排出しないガスタービン発電の実用化を加速させることが期待できます。

◆ 研究の詳細

今回、小林秀昭教授、早川晃弘准教授らの研究グループは、ガスタービン燃焼器のモデルである旋回流燃焼器において、燃焼器底部中心から液体アンモニアを噴射させ、液体アンモニア噴霧火炎を安定燃焼させることに成功しました。アンモニアは天然ガスなど炭化水素燃料に比較して燃焼速度^{注5}が遅く、火炎安定が難しい特徴があります。さらに、アンモニア噴霧が蒸発する際にアンモニアの大きな蒸発潜熱^{注6}のため温度が急激に低下する問題があり、燃焼を更に困難にしていました。当研究グループは、気体アンモニア燃焼の研究実績を基に、空気流の旋回強度を高めた燃焼器を用い、さらに温度を 500 K まで高めた予熱空気を供給することによって、液体アンモニア噴霧火炎を安定化させました。また、予熱空気流にメタンを混合しアンモニアとの混焼を行うことで、広い燃料濃度範囲で火炎安定が可能であることも示しました。小型、中型ガスタービンではアンモニア噴霧燃焼により CO₂ 排出の無い発電を実用化し、大型ガスタービンでは現在の液化天然ガス燃料を液体アンモニアで徐々に置き換えていくことにより燃料アンモニアの早期導入が図れることが期待されるため、今後とも技術開発を進めていく計画です。

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP16002）の結果得られたものです。

[論文情報]

1.

タイトル：Flame Stability and Emissions Characteristics of Liquid Ammonia Spray Co-Fired with Methane in a Single Stage Swirl Combustor

著者：Ekenechukwu C. Okafor, Hirofumi Yamashita, Akihiro Hayakawa, K. D. Kunkuma A. Somarathne, Taku Kudo, Taku Tsujimura, Masahiro Uchida, Shintaro Ito, Hideaki Kobayashi

掲載誌：Fuel. DOI: 10.1016/j.fuel.2020.119433.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236120324297>.

2.

タイトル：Investigation of the Combustion of Liquid Ammonia Spray in a Single Stage Swirl Combustor

著者：Ekenechukwu C. Okafor, Hirofumi Yamashita, Akihiro Hayakawa, K. D. Kunkuma A. Somarathne, Taku Kudo, Taku Tsujimura, Masahiro Uchida, Shintaro Ito, Hideaki Kobayashi

掲載誌：第 58 回燃焼シンポジウム講演論文集，(2020)，C314.

[用語説明]

注 1：旋回流燃焼器

空気供給部に旋回流れを生じさせる羽根を有する燃焼器です。空気流に旋回を与えることで燃焼器中心に低速あるいは逆流をつくり、火炎を安定化しやすくする流れ場の特徴を持っています。

注 2：水素キャリア

水素を海外から輸入する際、輸送しやすい物質に変換してから輸送し、使用地で分解反応を行わせて水素を取り出す方法があります。アンモニア(NH₃)は液化しやすく単位質量当たりの水素含有量が大きいため、有望な水素キャリアとみなされています。

注3：マイクロガスタービン

ガスタービン発電装置は出力がkWクラスからGWクラスまで幅広い規模のシステムが使用されています。このうちkWクラスをマイクロガスタービンと呼びます。

注4：噴霧燃焼

液体燃料を燃料噴射弁から霧吹きのように噴射した際の燃焼を噴霧燃焼と呼び、噴霧形成、蒸発、燃焼という複雑な過程から成ります。

注5：燃焼速度

空気と燃料を混合させた気体混合気に火炎が伝播する速度を意味し、燃焼の強さの指標として用いられます。

注6：蒸発潜熱

液体は蒸発する際に周囲から熱を奪います。その熱量を蒸発潜熱といいます。液体アンモニアの蒸発潜熱は灯油など一般的な液体燃料よりも大きく、燃焼熱の約7%に相当します。