



2016年10月31日

大陽日酸株式会社

大阪大学

科学技術振興機構 (JST)

工業炉分野で化石燃料の代替燃料、アンモニアの社会実装に一步近づく

NO_x の発生量を抑制する「アンモニア燃焼技術」を開発

大陽日酸株式会社、大阪大学大学院工学研究科教授の赤松史光らの研究グループは、アンモニア燃焼の工業炉分野への適用を目指して、共同研究を実施しており、この度アンモニアを燃料として、NO_x (注1) の発生を環境基準以下まで抑制し、同時に火炎の伝熱強化を達成する燃焼技術の開発に成功しました。

これにより、産業分野でのエネルギー消費量のおよそ25%を占める各種工業炉分野に対してアンモニア燃焼を適用させ、CO₂の排出量を大幅に削減する事が可能となります。

本研究は、内閣府総合科学技術・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 (注2)」 (管理法人: 国立研究開発法人 科学技術振興機構【理事長 濱口 道成】) の委託研究課題「アンモニア直接燃焼 (注3)」において実施されました。

<開発の経緯>

現在、全世界のエネルギーの80%が化石燃料の燃焼により得られており、燃料輸送、貯蔵、自動車からエネルギープラント、工業炉まで燃焼を用いたエネルギーインフラが社会を支えています。日本国内では年間約14億トンのCO₂が排出され、その40%を産業分野が占めています。さらにその25%は素形材産業を支える約40,000基におよぶ工業炉から排出され、さらなる省エネルギー技術や化石燃料に代わる新たな燃料を用いる燃焼技術の開発が急務となっています。

アンモニアは、燃焼時にCO₂を一切排出せず、従来の化石燃料に対する代替燃料の一つと考える事が出来ます。一方で分子式NH₃で示されるように窒素を含んでおり、燃焼時に多量のNO_xが生成される可能性があります。

そこで、現行の環境規制をクリアしながら、火炎の伝熱強化を達成する技術の開発に取り組みました。一般的な工業炉で化石燃料を用いる場合、燃焼過程で生成される『すす』と呼ばれる炭素分の微粒子からのふく射 (注4) が炉内の伝熱に大きく寄与しますが、燃料とするアンモニアは炭素原子を含まない為、すすからの固体ふく射による伝熱が期待できませんでした。そこで、酸素富化燃焼 (注5) を組み合わせる事で、火炎ふく射を強化するとともに、NO_xの生成を抑制する燃焼の手法を確立しました (図1~図3参照)。

<技術の概要>

大阪大学では、研究試験用バーナを用いた基礎実験と数値計算手法により、アンモニア燃焼における酸素富化適用の有効性について火炎温度上昇およびNO_x生成抑制の観点から明らかにすると同時に、アンモニア火炎の伝熱はアンモニア燃焼時に発生する水蒸気からのふく射が支配的であることを示しました。

太陽日酸では、10kWモデル燃焼炉（写真1、2）に適合させるアンモニア専焼（注6）およびメタン混焼（注6）を可能とする酸素富化バーナ（注5）を設計、製作し、それぞれの燃焼における火炎温度や伝熱効率、排出ガス成分等の特性について明らかにしてきました。バーナの燃料に単純にアンモニアを混合して酸素富化燃焼した場合、火炎温度の上昇に伴ってNO_x生成量が増加するという課題がありますが、今回の取り組みを通じて火炎温度の上昇によるNO_x生成を最小限に抑制するには段階的に炉内の雰囲気巻き込むことで火炎温度を均一化する多段燃焼と、酸素富化燃焼を組み合わせた燃焼技術が有効であることを見出しました。この技術により、10kWモデル燃焼炉では酸素富化バーナを用いて火炎ふく射を強化（図1）すると同時にNO_x排出濃度を大幅に低減（図2）し、現行の環境基準をクリアするアンモニア燃焼による工業炉運転を実現しました。火炎ふく射の強化に関する検証については大阪大学と共同でアンモニア燃焼のふく射強度（注4）の空間分布計測を行い、酸素富化燃焼を適用することで炉内全体に天然ガスの主成分であるメタン燃焼と同程度以上のふく射強度を実現（図3）することが可能であることを確認しました。

今回の開発により、素形材産業を支える工業炉に対して従来の化石燃料を用いることなく運転することが可能であり、CO₂排出量を劇的に削減する大きな可能性を示しました。

本研究は、内閣府総合科学技術・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：国立研究開発法人 科学技術振興機構【理事長 濱口 道成】）の委託研究課題「アンモニア直接燃焼」において実施されました。

本研究開発の一部は平成25年度JST戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発（ALCA）の委託研究「エネルギーキャリアとしてのアンモニア高効率利用に関する革新的基盤技術」において行われていました。

<今後の展開>

工業炉の実生産に適用可能な規模である100kWモデル燃焼炉での火炎ふく射強化手法及び低NO_x化手法のスケールアップに関する検証を行い、工業炉における開発目標達成の見通しを得ると同時に、アンモニア燃焼技術の工業炉分野への社会実装を目指します。

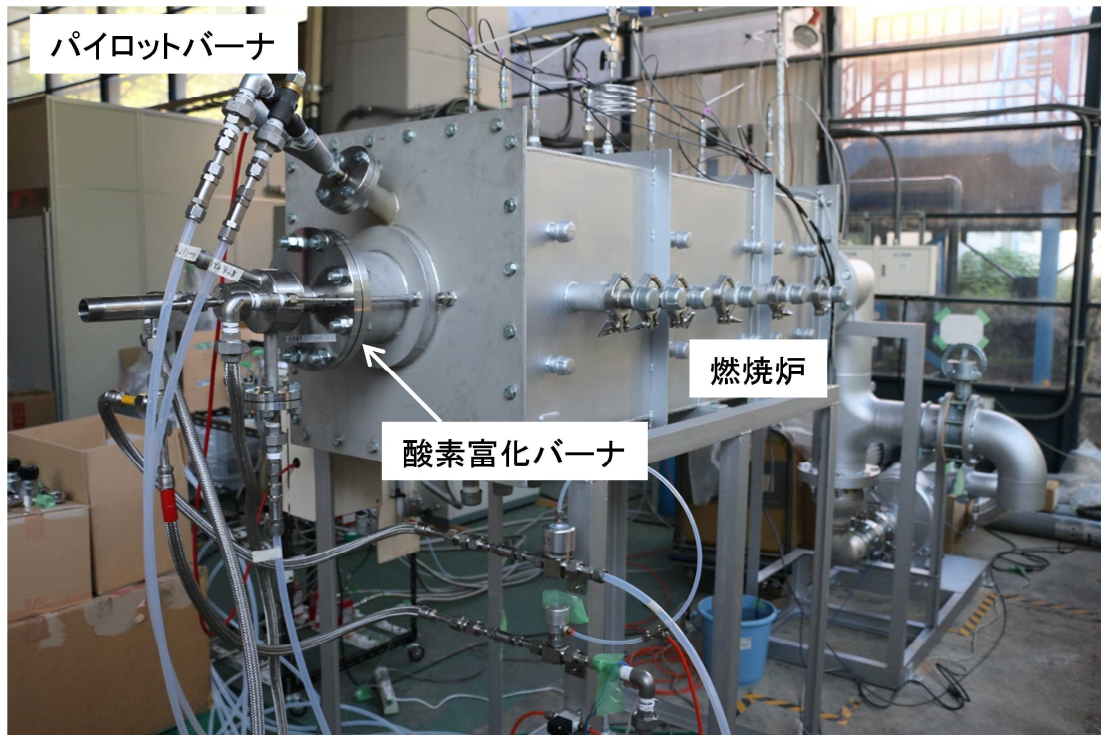


写真1 10 kWモデル燃焼炉（正面）

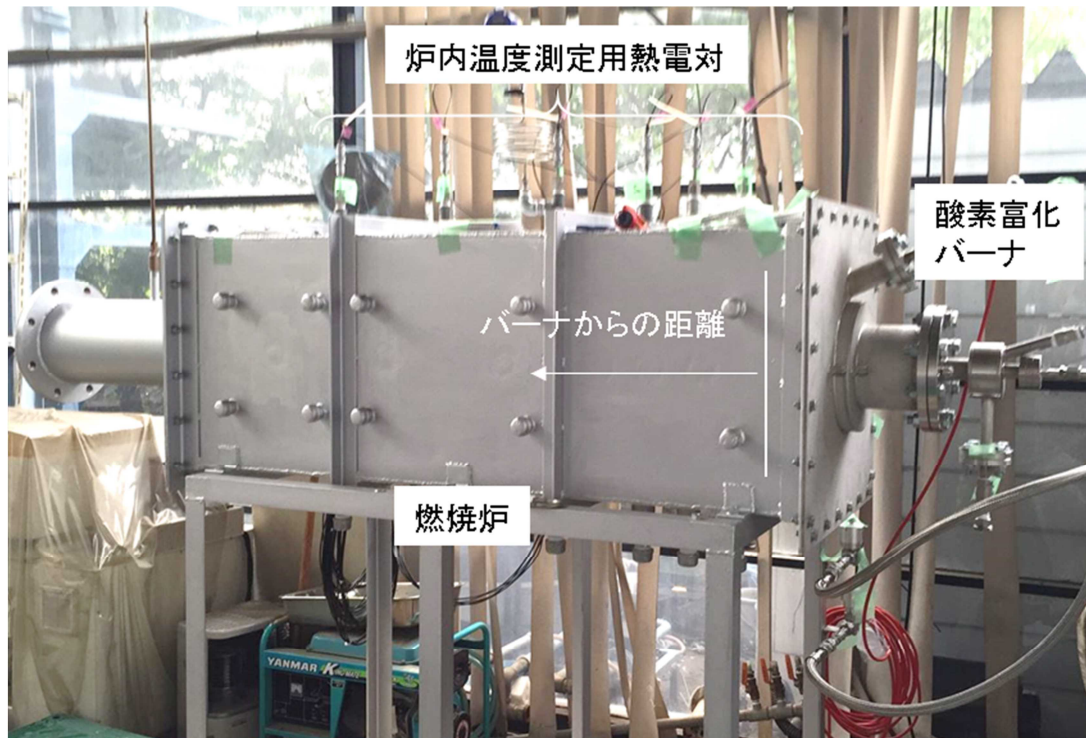


写真2 10 kWモデル燃焼炉（側面）

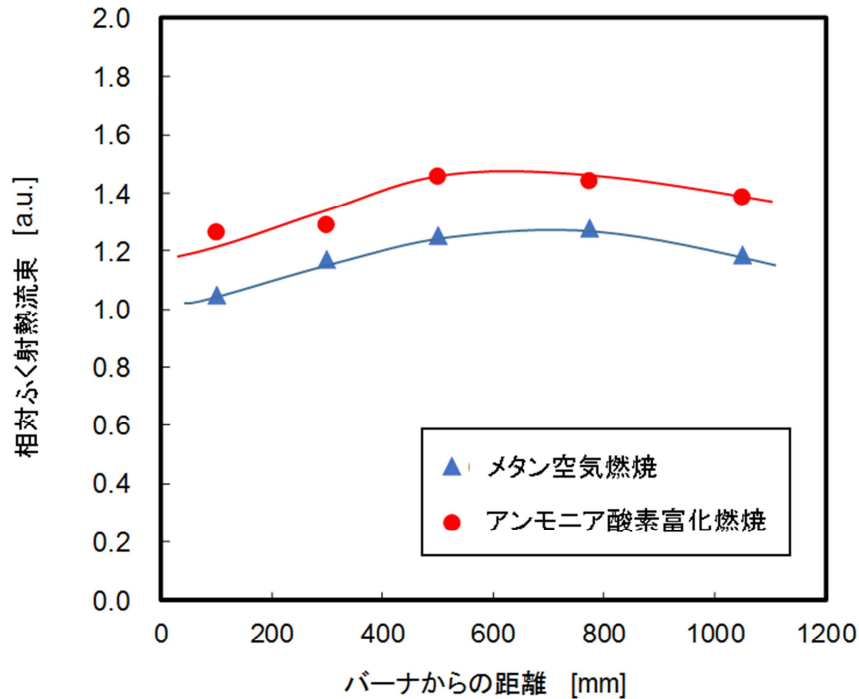


図1 アンモニア酸素富化燃焼とメタン空気燃焼におけるふく射熱流束（注7）の比較

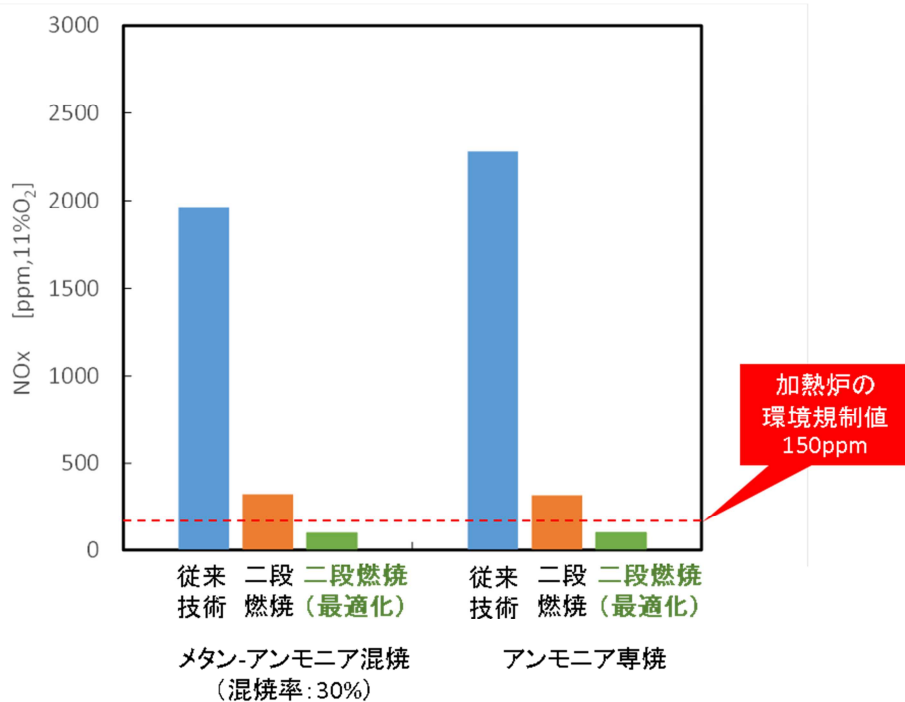


図2 アンモニア酸素富化燃焼とメタン-アンモニア酸素富化燃焼におけるNO_x排出濃度
 従来技術：従来の燃焼方法で、燃料の一部もしくは全量をアンモニアで代替し、空気に酸素を富化して燃焼する方法
 二段燃焼：従来技術と同様に燃料の一部もしくは全量をアンモニアで代替し、空気に酸素を富化するとともに、燃料と炉内雰囲気との混合を段階的に行う燃焼方法

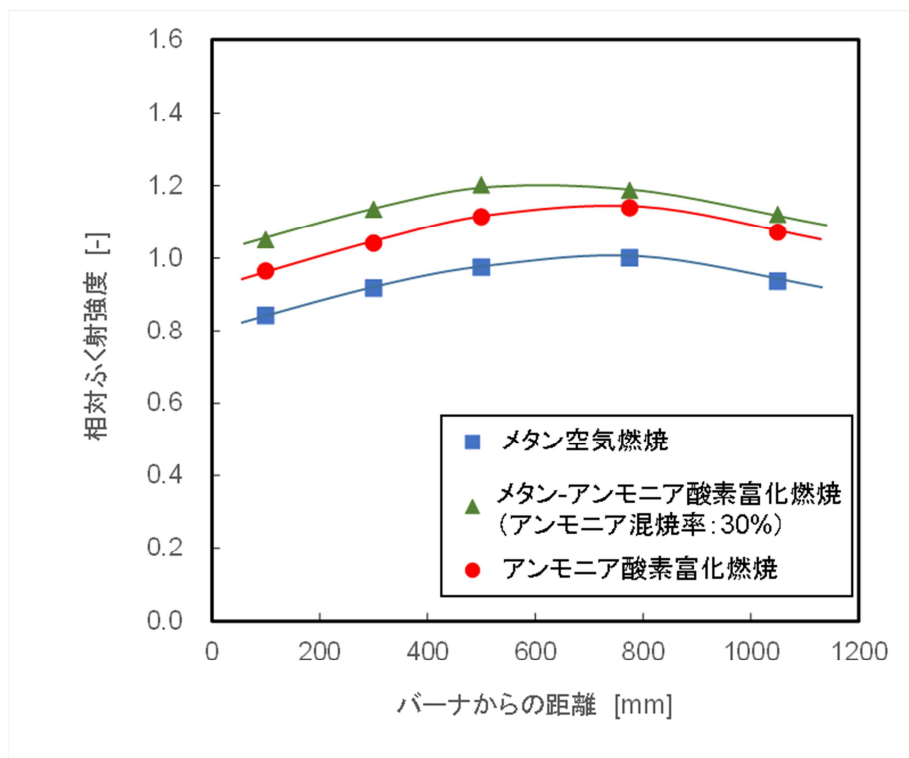


図3 アンモニア酸素富化燃焼、メタン-アンモニア酸素富化燃焼およびメタン空気燃焼におけるふく射強度の比較

用語解説

- 注1) NO_x : 一酸化窒素 (NO)、二酸化窒素 (NO_2) 等窒素酸化物の総称。物質が燃焼するとき燃料由来の窒素化合物 (例アンモニア (NH_3)) が酸化することにより生成する場合がある。
- 注2) エネルギーキャリア: 液体水素やメチルシクロヘキサン、アンモニアなど水素を多く含む物質のことで、エネルギー生産地で合成して、化学的に安定な液体として保存、運搬し、エネルギー消費地で水素を取り出すか直接エネルギーに変換して使用する。
- 注3) アンモニア直接燃焼: 水素キャリアであるアンモニアを、分解や精製などの工程を経ずに燃料として利用する燃焼技術。
- 注4) ふく射、ふく射強度: 高温の物体から発せられる熱放射線 (電磁波、光) により周りの物体に熱が伝わる現象。固体や火炎がふく射により、熱を放射する。また、その強度。
- 注5) 酸素富化燃焼、酸素富化バーナ: 燃焼において酸化剤として空気をを用いる通常の燃焼 (空気燃焼) に対し、酸素濃度を高めた空気を酸化剤として用いる燃焼技術。高温の火炎が得られる。この燃焼技術に用いるバーナを酸素富化バーナという。
- 注6) 専焼、混焼: 燃料としてアンモニア (メタン) のみを用いた燃焼をアンモニア (メタン) 専焼、アンモニアとメタンを同時に用いた燃焼を混焼と表記した。
- 注7) ふく射熱流束: ふく射伝熱により単位時間に単位面積を横切る熱量をふく射熱流束という。

<お問い合わせ先>

[研究に関すること]

大陽日酸株式会社

東京都品川区小山 1-3-26 東洋 Bldg.

国際・経営企画本部 広報・IR部 鎌田・田代

Tel : 03-5788-8015

大阪大学大学院工学研究科 機械工学専攻

燃焼工学領域 教授 赤松 史光 (あかまつ ふみてる)

大阪府吹田市山田丘 2-1

Tel : 06-6879-7252

E-mail : akamatsu@mech.eng.osaka-u.ac.jp

[JST事業に関すること]

科学技術振興機構 環境エネルギー研究開発推進部

東京都千代田区五番町 7 K's 五番町

Tel : 03-3512-3543 Fax : 03-3222-2068

E-mail : sip_energycarrier@jst.go.jp

[報道担当]

大陽日酸株式会社

東京都品川区小山 1-3-26 東洋 Bldg.

国際・経営企画本部 広報・IR部 鎌田・田代

Tel : 03-5788-8015

大阪大学工学研究科 総務課 評価・広報係

大阪府吹田市山田丘 2-1

Tel : 06-6879-7231 Fax : 06-6879-7210

E-mail : kou-soumu-hyokakouhou@office.osaka-u.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

東京都千代田区四番町 5 番地 3

Tel. 03-5214-8404 Fax. 03-5214-8432

E-mail : jstkoho@jst.go.jp