環境・エネルギー

マイクロ波加熱下における熱拡散現象のその場観察法の開発

横尾　健人・朝熊　裕介　環境都市工学部　エネルギー環境・化学工学科　熱エネルギー工学研究室

Point1　本研究の概要

マイクロ波加熱は、対象物を直接かつ迅速に加熱でき、再生可能エネルギーと組み合わせることでカーボンニュートラルな熱源として期待されています。一方で、エネルギーが局所的かつ瞬時に供給されるため、突沸が生じやすいなど、加熱制御が難しいという課題があります。

本技術は、密度（屈折率）勾配を明暗コントラストとして可視化できる光学計測手法「シュリーレン法」を照射炉に組み込むことで、マイクロ波照射中に生じる熱ゆらぎの非接触・その場観察を可能にしたものです。さらに、観察した熱ゆらぎを高周波成分（熱拡散）と低周波成分（対流）に分離して解析することで、高効率かつ安定なマイクロ波加熱プロセスの実現に貢献することが期待されます。

Point2　応用可能な分野

マイクロ波加熱は、化学合成、食品、医療、材料プロセスなど幅広い分野で活用されています。本技術により、照射中に生じる熱・物質移動を非接触で可視化できることから、加熱の均一化や高効率化を実現するための基盤技術としての活用が期待されています。また、熱ゆらぎの解析によって熱暴走や突沸の予兆を検知できる可能性があるため、マイクロ波加熱プロセスの安全性向上や、プロセス制御の高度化への応用も期待されています。

Point3　連携を希望する業種等

・マイクロ波加熱装置
・反応装置を開発されている企業様
・化学合成、食品、医薬品の製造を行われている企業様
・材料・セラミックス製品の製造を行われている企業様
・光学計測機器、センサー、加熱制御機器を開発されている企業様

詳細な研究・技術シーズは次ページへ

＜キーワード＞　マイクロ波加熱，　シュリーレン法，　その場観察，　熱拡散・対流

環境・エネルギー

マイクロ波加熱下における熱拡散現象のその場観察法の開発

用途・応用分野

- 化学合成・食品・医療・材料プロセスにおけるマイクロ波加熱プロセスの均一化・高効率化・熱暴走や突沸の予兆検知など

本技術の特徴・従来技術との比較

- 温度や濃度の差により生じる密度（屈折率）変化を捉える光学計測手法「シュリーレン法」を用い、マイクロ波照射前・中・後の熱ゆらぎを非接触・その場で可視化する
- 従来、表面温度計測しかできなかったマイクロ波照射中の熱・物質移動を直接観察する

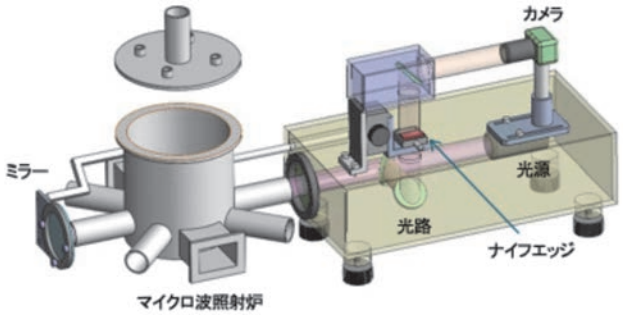
技術の概要

マイクロ波加熱は対象物を直接・迅速に加熱できる省エネ技術であるが、エネルギーが局所・瞬時に供給されるため熱効率は50%程度に留まり、突沸も生じやすく加熱制御が難しい。また、金属製プローブを導入できないため、系内の熱・物質移動を直接計測することも困難であった。

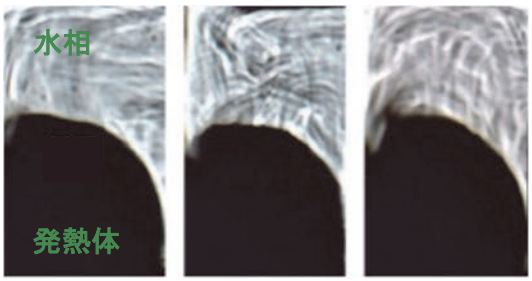
そこで、温度や濃度の差により系内に生じる密度勾配を明暗コントラストとして可視化できる光学計測手法「シュリーレン法」を照射炉に組み込み、照射中の熱ゆらぎを非接触で観察できる装置を開発した。

観察した熱ゆらぎを高周波（熱拡散）と低周波（対流）に分離して解析し、マイクロ波出力・溶質濃度・発熱体添加の効果を定量化することで、高効率かつ安定な加熱制御の指針構築を進めている。

シュリーレン光学系を組み込んだその場観察システム



シュリーレン法による炉内の画像



特許・論文

＜論文＞

Scientific Reports、12 (2022) 11562

研究者

横尾　健人・朝熊　裕介
環境都市工学部　エネルギー環境・化学工学科
熱エネルギー工学研究室

お問合わせ先
関西大学 社会連携部 産学官連携センター
TEL：06-6368-1245
MAIL：sangakukan-mm@ml.kandai.jp