

補助事業番号 2023M-428

補助事業名 2023年度 含液多孔体を活用した高温蒸気の急速生成機構の解明とその応用
補助事業

補助事業者名 九州大学大学院 工学研究院 森研究室 森 昌司

1 研究の概要

本研究では、含液多孔質体を用いて、数秒以内に300°C以上の過熱水蒸気を生成できる新しい蒸気発生技術のメカニズムを解明し、さらにその効率的な設計法を構築しました。特にヒータ構造と多孔質体の最適設計により、従来にない迅速かつ省エネルギーな蒸気生成を実現しました。

2 研究の目的と背景

過熱水蒸気は乾燥・調理・滅菌など多くの応用があり、家庭用から産業用まで幅広く利用されていますが、従来技術では起動に時間がかかり、小型化が難しいという課題がありました。本研究は、即応性・高効率・小型化を同時に実現する新技術の確立を目的としています。

3 研究内容

(<https://www.mech.kyushu-u.ac.jp/therme/research.html>)

本研究では、スポンジ状の多孔質体に水をしみ込ませ、内部に埋め込んだ加熱用コイルに電流を流すことで、わずか数秒で300°Cを超える高温の過熱水蒸気を生成する新技術を開発しました(図1参照)。この構造は、自然の毛細管現象を利用して水を自動供給するため、ポンプなどの駆動部品を使わずに小型・省エネ化が可能です。

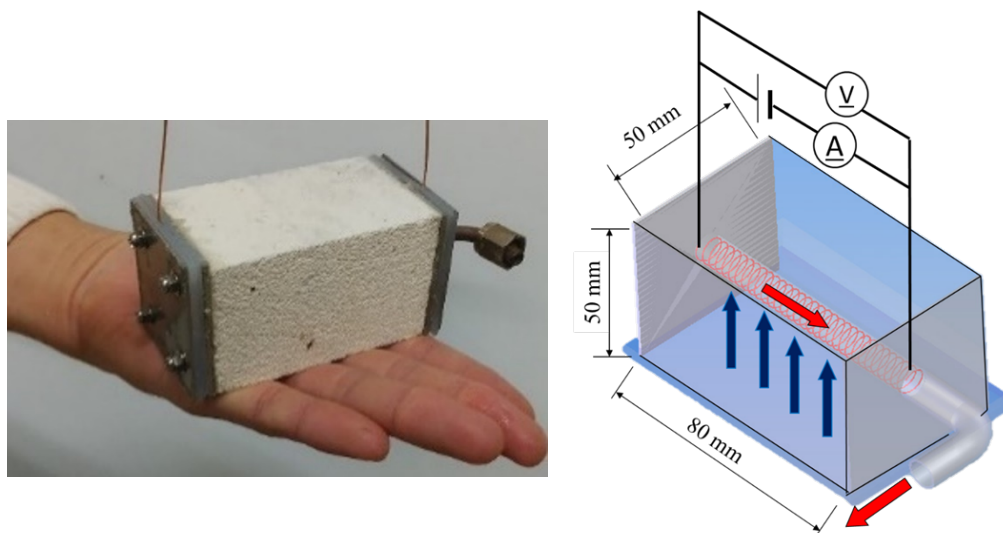


図1 多孔質体を用いた瞬間高温蒸気生成器

加熱と蒸気生成は2段階のプロセスで進行します。まず、コイル直下の多孔質表面で瞬時に蒸発が起こり(図2参照)、次に微細な隙間を通して流れる際に再加熱されることで過熱状態になります。

このとき、過熱蒸気の温度は加熱電力に応じて制御でき、たとえば500Wの入力で数秒以内に300°C以上に達します(図3参照)。

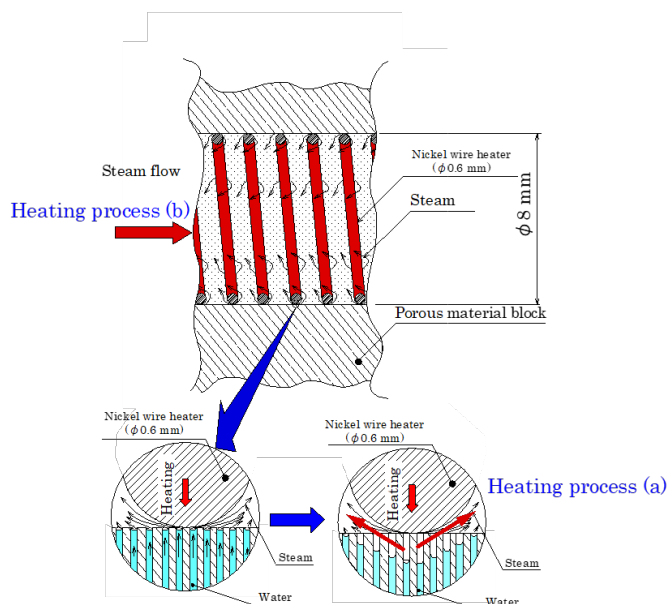


図2 過熱水蒸気の急速生成の過程

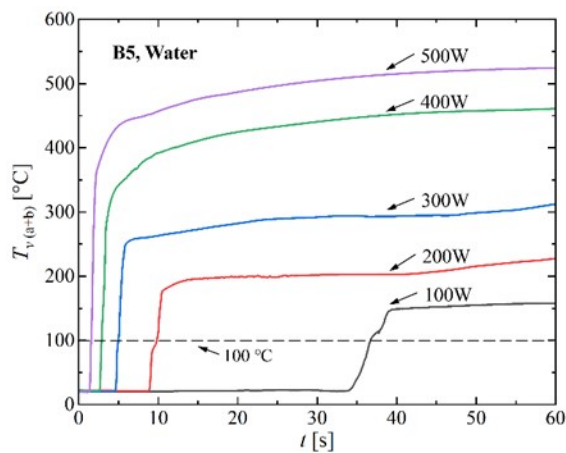


図3 多孔質体を用いた瞬間高温蒸気生成結果

さらに、蒸気の通り道となるコイルと多孔質体の接触面には、10~30 μm程度の微小な隙間が形成されており(図4参照)、この構造が高効率の熱伝達と蒸気流通を両立させる鍵となっています。また、実験によりこの加熱過程では多孔質体内部が乾燥せず安定していることが確認されました。

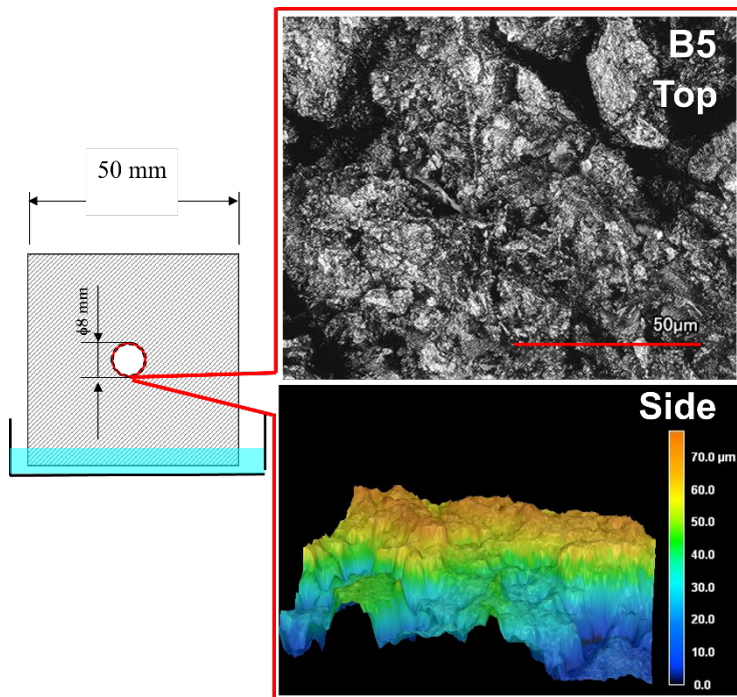


図3 多孔質体の表面構造

この技術は、スチームオープンや医療用滅菌装置、水素キャリアの気化装置など、即時に高温蒸気を必要とする多様な分野への応用が期待されます。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本技術は、スチームオープンや医療用滅菌装置のような即応性が求められる機器に応用できるほか、再生可能エネルギーとの組み合わせによって、水素キャリアの蒸発過程などへの展開も期待されます。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

熱流体・沸騰現象に関する長年の研究成果を応用し、過去に開発した高熱流束冷却技術の知見をもとに、加熱・蒸気生成分野への新展開を目指したものであり、自身の研究の延長線上にある重要な位置付けのテーマです。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

1. WANG BICHENG(九大), FU YAN, 梅原 裕太郎, 森 昌司, 多孔質体を利用したエタノール蒸気の急速生成, 第27回 動力・エネルギー技術シンポジウム, 2023年9月20日(水),

21日（木），東京海洋大学

2. Wang Bicheng, Yutaro Umehara, Mikako Tanaka, Ryo Kobayashi, Soichiro Hida, Atsuro Eto, Shoji Mori, Mechanism of the rapid generation of superheated and saturated steam using a water-containing porous material, Applied Thermal Engineering 257 (2024) 124172, Available online 14 August 2024, 124172
3. Shoji Mori, Bicheng Wang (Kyushu University), Effect of Surface Roughness of Water-Containing Porous Material on the Rapid Generation of Superheated Steam, The 3rd Asian Conference on Thermal Sciences, June 23-27, 2024, Shanghai, China
4. Wang Bicheng, Yutaro Umehara, Atsuro Eto, Shoji Mori, INVESTIGATION OF THE PROCESS OF RAPID GENERATION OF SUPERHEATED STEAM USING WATER-CONTAINING POROUS MATERIAL, The Third Pacific Rim Thermal Engineering Conference December 15-19, 2024, Honolulu, Hawaii, USA

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの:

高速過熱蒸気発生実験装置

蒸気生成挙動予測モデル

(2)(1)以外で当事業において作成したもの:

特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名:九州大学 工学研究院

住 所:〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744

担 当 者:教授 森 昌司

担当部署:機械工学部門 熱工学講座

E-mail: morisho@mech.kyushu-u.ac.jp

URL: <https://www.mech.kyushu-u.ac.jp/therme/index.html>