

## マイクロ波加熱時における突沸現象と高誘電率溶液の影響

Flashing phenomenon via microwave heating and influence of high dielectric constant solution

\*小林昌平<sup>1</sup>, 阿部豊<sup>1</sup>, 金子暁子<sup>1</sup>, 藤原広太<sup>1</sup>, 弗田昭博<sup>1</sup>

瀬川智臣<sup>2</sup>, 川口浩一<sup>2</sup>, 石井克典<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学, <sup>2</sup>日本原子力研究開発機構

突沸現象のメカニズム解明と再処理溶液を模擬した高誘電率溶液のマイクロ波加熱特性が突沸現象に及ぼす影響についての知見を得ることを目的とし、可視化観測を行った。さらに、突沸の原因として考えられる過熱状態の液内で生じる気泡について考察を行った。

**キーワード**：マイクロ波加熱，高誘電率溶液，突沸，過熱，気泡生成

### 1. 緒言

核燃料サイクルの再処理転換工程において、マイクロ波加熱脱硝法が使用されている。先行研究において、再処理溶液を模擬した高誘電率溶液である KCl 水溶液を用いてマイクロ波加熱実験を行った結果、誘電率が増加するにつれて突沸現象が起きにくくなることが報告されている<sup>[1]</sup>。本研究では、突沸現象のメカニズム解明と溶液のマイクロ波加熱特性が突沸現象に及ぼす影響についての知見を得ることを目的として、沸点を超える過熱状態の液体中の気泡生成と気泡膨張に着目し、液内で生じる気泡について考察を行った。

### 2. 実験

マイクロ波加熱装置は、オープン上部からマイクロ波を照射する構造である。マイクロ波周波数は 2.45 GHz、試験流体蒸留水と KCl 水溶液を用いた。

### 3. 結果と考察

図 1 に蒸留水の突沸現象の可視化結果を示す。単一気泡が生成し膨張した後、突沸・吹き零れが起こる様子が観察された。図 2 に MRG の式<sup>[2]</sup>の解と可視化結果より得た蒸留水、KCl 水溶液中に生じた単一気泡の半径を示す。 $Q$  はマイクロ波出力、 $D$  は容器直径、 $L$  は初期液位、 $\Delta T$  は過熱度を表す。KCl 水溶液と蒸留水中における単一気泡の膨張を比較すると、成長開始時の成長速度に違いは見られない。しかし、時間が経過するにつれ KCl 水溶液中の気泡の膨張速度が、蒸留水における気泡の成長速度より遅くなるのが分かる。これは蒸留水では対流の影響により溶液内部の温度分布が一様であるのに対し KCl 水溶液内部の温度分布が一様ではないためであると考えられる<sup>[3]</sup>。

図 3 に光ファイバー温度計測計を用いて蒸留水と KCl 水溶液内部の位置別の温度計測を行い、加熱効率を算出した結果を示す。KCl 水溶液では周囲と比べ溶液の中心での加熱効率が低いことが分かる。よって KCl 水溶液中での気泡の成長速度が遅くなったと考えられる。以上より気泡の膨張速度が遅くなることから高誘電率溶液は突沸が起きにくくなると考えられる。

### 参考文献

[1] S. Fujita et al., "Mechanism of flashing phenomena by microwave heating and influence of high dielectric constant solution", NTHAS11 paper Number N11P0149.

[2] B. B. Mikic, et al, "ON BUBBLE GROWTH RATES", Int. J. Heat & Mass Transfer, Vol. 13, pp. 657-666, 1970.

[3] T. Yamaki et al, "STUDY ON CRITERIA OF FLUSHING PHENOMENA IN BOILING TRANSITION BY MICROWAVE HEATING", ICONE22 paper Number ICONE22-30091

\*Shohei Kobayashi<sup>1</sup>, Yutaka Abe<sup>1</sup>, Akiko Kaneko<sup>1</sup>, Kota Fujiwara<sup>1</sup>, Akihiro Futsuta<sup>1</sup>

Tomoomi Segawa<sup>2</sup>, Koichi Kawaguchi<sup>2</sup>, Katsunori Ishii<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Tsukuba, <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency

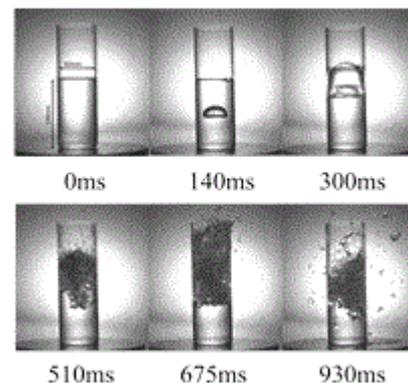


図 1 突沸現象の可視化結果

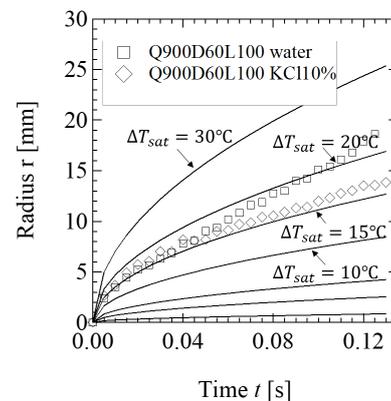


図 2 気泡成長曲線

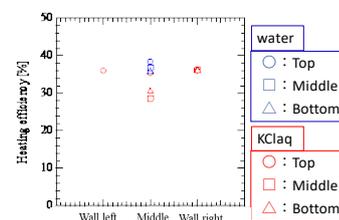


図 3 位置別温度計測結果