MCCCE 法を用いたリチウム-7 濃縮技術開発
(3) 単チャンネル試験による脈動流の評価と数値シミュレーション

Li-7 Enrichment Technology Development by MCCCE Method

(3) Experiment and Numerical Simulation of Pulsation Flow in Single Channel

*堀口 直樹[1]，吉田 啓之[1]，北辻 章浩[1]，福森 麻衣[2]，竹村 友紀[2]，長谷川 信[2]，岸本 忠史[3]
[1]日本原子力研究開発機構，[2]株式会社アトックス，[3]大阪大学

Li-7 濃縮実験装置の単チャンネル内のイオン挙動の把握を目的とし、流動試験により、流路内にポンプの駆動周波数よりも高周波の脈動が生じることを確認した。また、数値流体力学（CFD）に基づくイオン挙動数値シミュレーション手法を構築し、脈動流中を移動するイオン挙動を再現した。

キーワード：MCCCE，Li-7，脈動，数値シミュレーション，CFD

1. 緒言

軽水炉冷却材の水質管理において、安全保障や環境問題を考慮した Li-7 濃縮技術の開発が重要である。これらの面で革新的なマルチチャンネル向流電気泳動（MCCCE）法を実用化するためには、流路内のイオン挙動を把握する必要がある。本報では、濃縮実験装置の一部である単チャンネルに着目して、内部のイオン挙動の把握を目的とした流動試験と数値シミュレーションを実施した結果を述べる。

2. 流動試験及び数値シミュレーション

2-1. 流動試験及び流速計測方法

マルチチャンネル実機流路の単チャンネルを模擬し、矩形流路（0.7 mm×0.7 mm）とし、上流・下流にバッファを設けた。この流路を濃縮実験装置を簡易模擬した配管系に設置し、水を模擬流体として PIV[1]により流速データを取得した。濃縮実験と同じダイヤフラムポンプを用い、矩形波（周波数 0.5 Hz で ON・OFF 繰返）に設定し、平均流速約 1 mm/s となるよう上流のバルブで調節した。

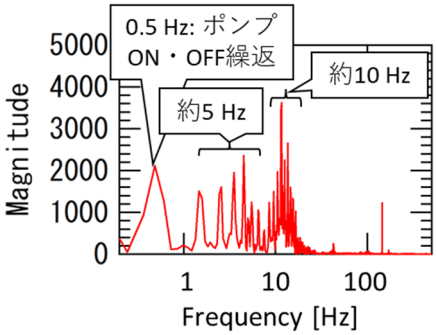

図 1.流速計測に基づく脈動周波数

2-2. 数値シミュレーション方法

JAEA で開発する TPFIT-LPT[2]を用いて、濃縮試験にて電場が付与されて運動するイオンを、相当する付加速度が与えられる微粒子として追跡した。流路は実験と同じであり、入口条件に試験の流速データを用いた。

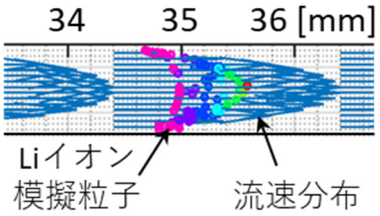

図 2.脈動流中イオン挙動の再現例

3. 結果

流動試験により流路内にポンプの駆動周波数よりも高周波の脈動の発生を確認した（図 1）。また CFD 手法を元にイオン挙動数値シミュレーション手法を構築し、脈動流中を移動するイオン挙動を再現した（図 2）。

謝辞

本研究成果は、令和 3 年度「原子力の安全性向上に資する技術開発事業」の一部として実施されたものです。また、日本原子力研究開発機構のスーパーコンピュータ「HPE SGI8600」を利用して得られたものです。

参考文献

[1] 可視化情報学会, PIV ハンドブック (2018), [2] H. Yoshida, et al., ICONE2020-16393(2020).

*Naoki Horiguchi[1], Hiroyuki Yoshida[1], Yoshihiro Kitatsuji[1], Mai Fukumori[2], Yuki Takemura[2], Makoto Hasegawa[2] and Tadafumi Kishimoto[3]　[1]JAEA, [2]ATOX, [3]Osaka Univ.