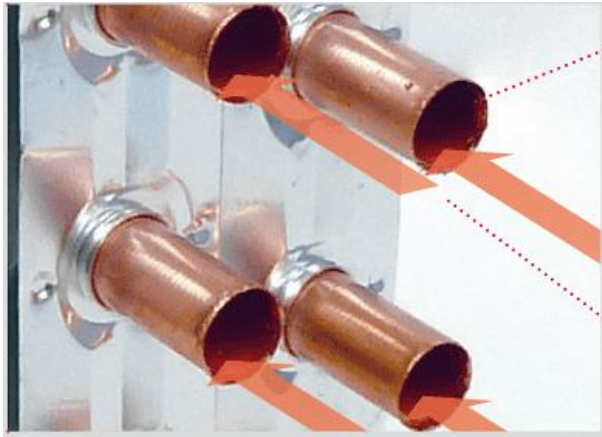


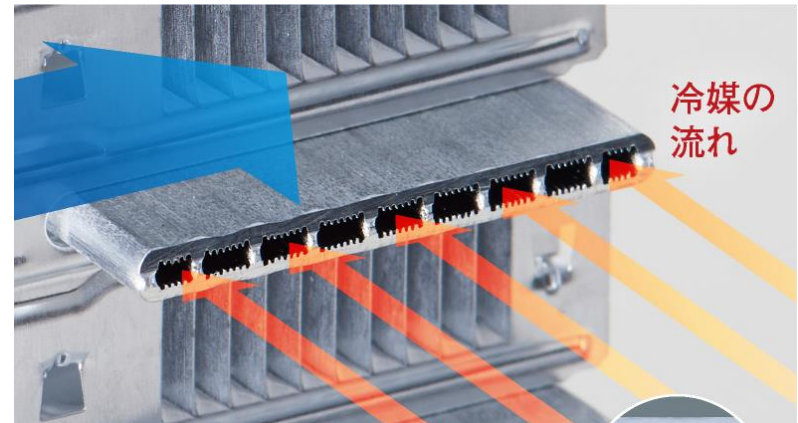
マイクロチャネル熱交換器の 可視化定量評価

関西大学 船倉 陸

マイクロチャネル熱交換器

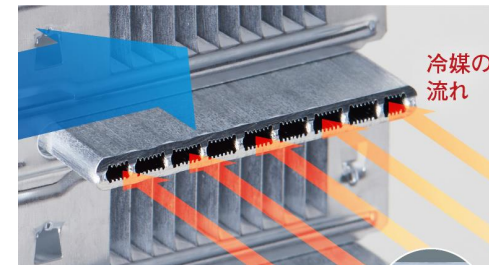
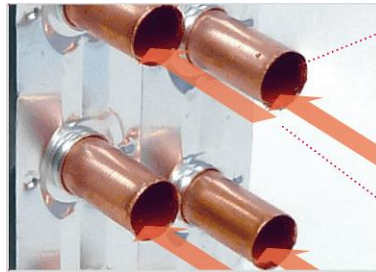


フィンアンドチューブ型熱交換器



マイクロチャネル熱交換器

マイクロチャネル熱交換器



	フィンチューブ熱交換器	マイクロチャネル熱交換器
空気側伝熱	スリットフィン 境界層更新による伝熱向上	マイクロチャネルフィン 境界層発達による伝熱低下 アルミフィン
冷媒側伝熱	ライフル管・(電縫管) 伝熱面積拡大 頂部への冷媒供給 冷凍機油の影響軽減	マイクロチャネル 比表面積増大 表面張力支配
接触伝熱抵抗 (フィン-管)	拡管による密着	伝熱管・フィン一体 アルミロウ付け
冷媒分配調整	流路パスの変更(ヘアピン・U管)	ブロックでの調整 マイクロチャンネル間の調整困難
流動脈動構造	パス間の平行構造 キャピラリによる液部絞り	パス間・並列マイクロチャネル間の平行構造
重量	アルミ・銅	アルミ
材料コスト	アルミ・銅	アルミ
電解腐食	アルミ・銅	アルミ
生産技術	ヘアピンの手動挿入	楕形フィンへの自動挿入

目的

熱伝達率分布の発生
流量調節が困難
流路間で不安定流動の発生

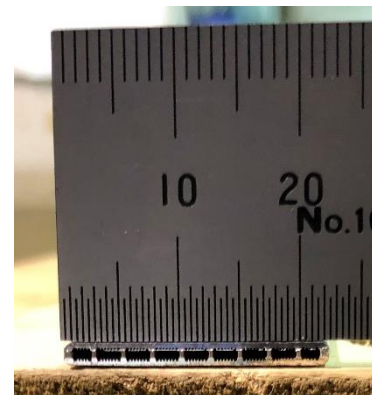
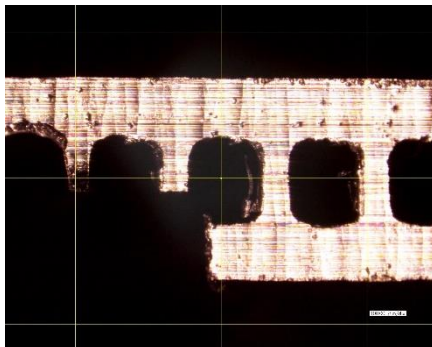


マイクロチャネル熱交換器内のボイド率による流量分配の評価



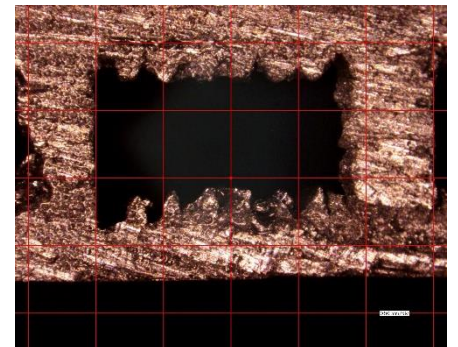
店舗・オフィスエアコン

$d_h=0.615$ [mm]



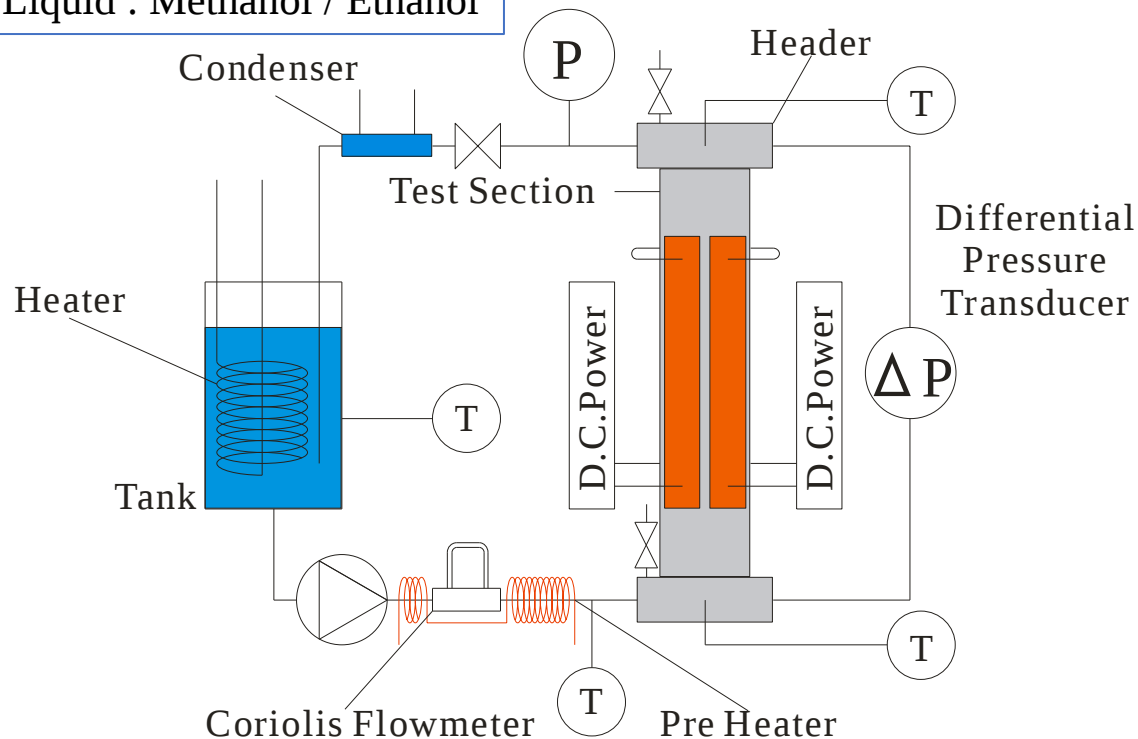
業務用マルチエアコン

$d_h=1.71$ [mm]

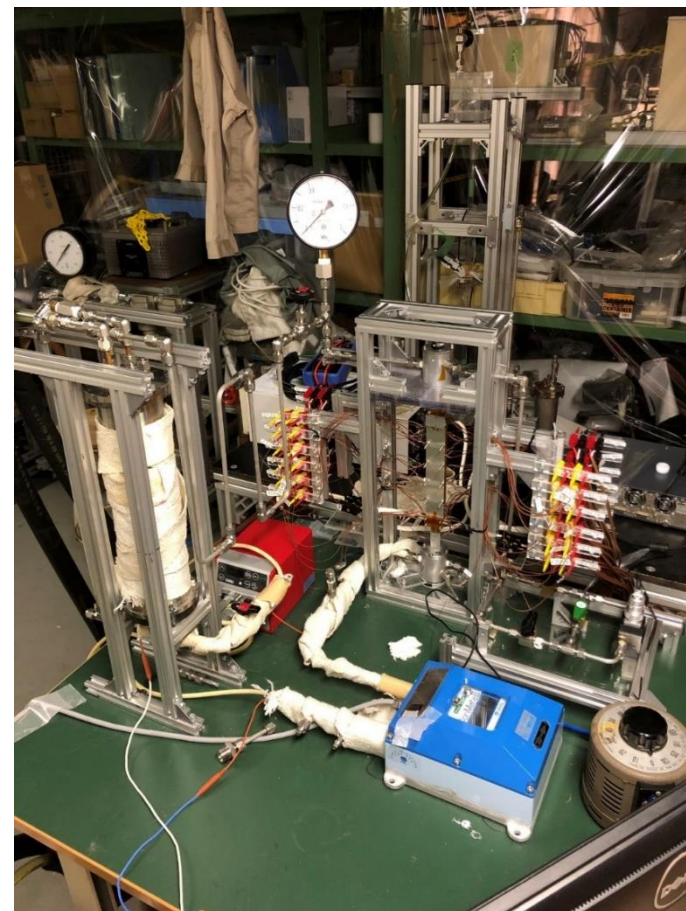


実験装置

Liquid : Methanol / Ethanol



実験装置概略図

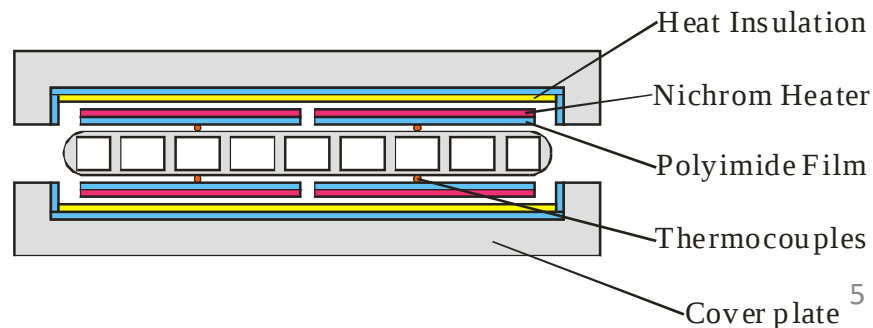


実験条件

入口温度 $T_{in}=40$ [deg.C]

質量流束 $G=50,100,150$ [kg/m²s]

加熱熱流束 $q_{ave}=0\sim60$ [kW/m²]



実験装置

・冷媒の選定条件

流体の物性値表

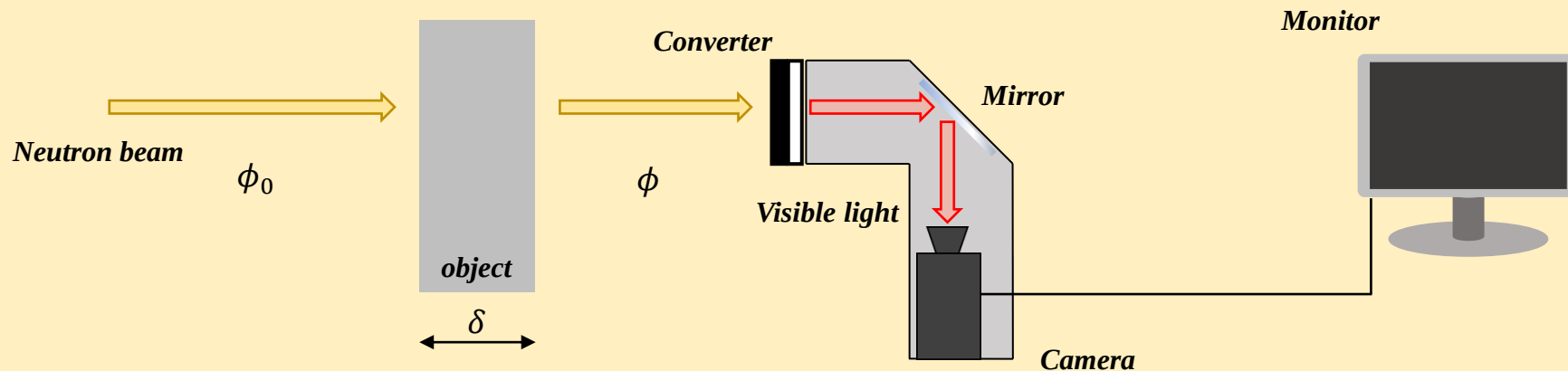
		温度 [deg.C]	圧力 [Mpa]	密度比 [-]	表面張力 [mN/m]	液粘性係数 [μPa・s]	蒸気粘性係数 [μPa・s]	蒸発潜熱 [kJ/kg]	質量減衰係数 [cm ² /g]
R32		-52	0.0995	413	20.8	277	9.27	382	1.03
水		100	0.101	1602	58.9	282	12.2	2256	2.68
メタノール		64.5	0.101	613	18.9	326	10.8	1101	3.03
エタノール		78.4	0.102	444	15.2	440	10.4	849	3.16
実機の運転時									
R32 暖房時	室内	40	2.48	12.2	4.47	95.0	13.8	2.16	1.03
	室外	0	0.813	47.8	11.0	150.5	11.5	315	
R32 冷房時	室内	12	1.17	31.5	8.91	132	12.1	295	
	室外	45	2.79	10.2	3.75	89.1	14.2	224	

メタノール, エタノール

- ・常温常圧下で使用でき, R32と表面張力が比較的近い
- ・質量減衰係数が高い

中性子ラジオグラフィ

< 原理 >



$$\phi = \phi_0 e^{-\rho\mu_m\delta}$$

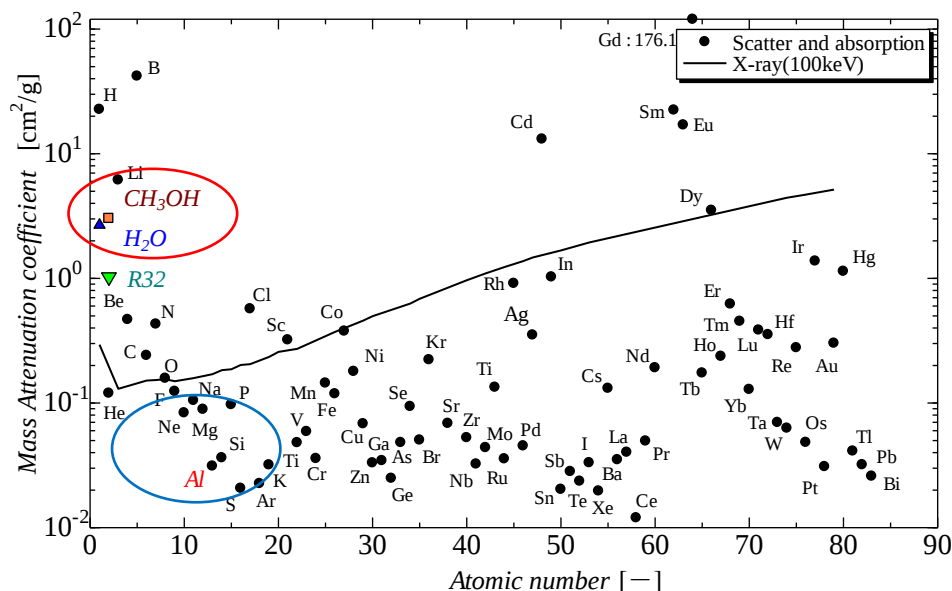
μ_m : 質量減衰係数 [cm^2/g]

δ : 透過厚さ

中性子ラジオグラフィ

メタノール : 質量減衰係数が高い

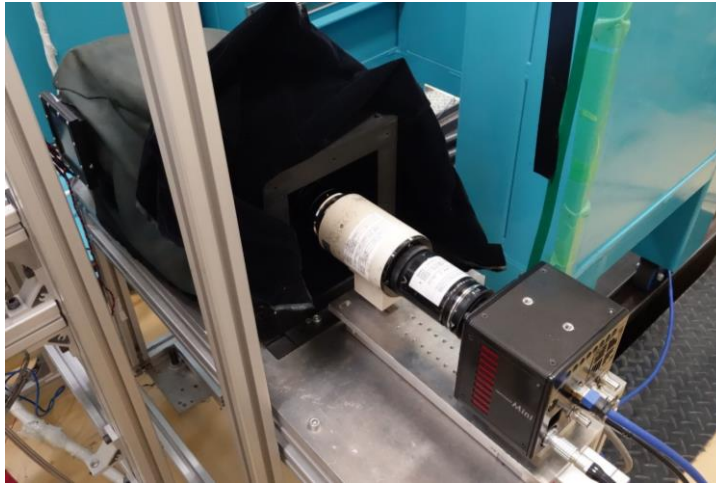
Alなど金属類 : 質量減衰係数が低い



原子ごとの質量減衰係数

撮影条件

KUR



カメラ : Fastcam Mini AX50
光I.I : C4412
焦点距離: 85mm



店舗・オフィス用

・画素数 1024 × 1024pixels
・撮影速度 250fps
・露光時間 1/250s

・画素数 1024 × 1024pixels
・撮影速度 125fps
・露光時間 1/400s



業務用マルチエアコン

JRR3

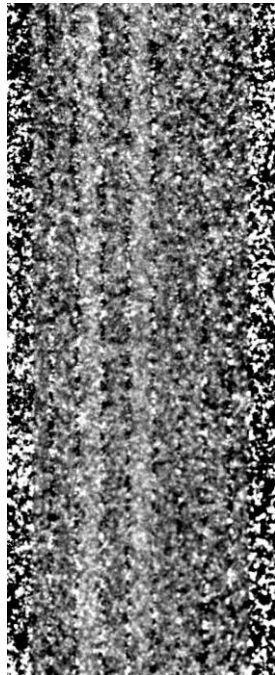


カメラ : Fastcam SA1.1
光I.I : C9547-01
焦点距離: 105mm

・画素数 1024 × 1024pixels
・撮影速度 60fps
・露光時間 1/60s

撮影条件

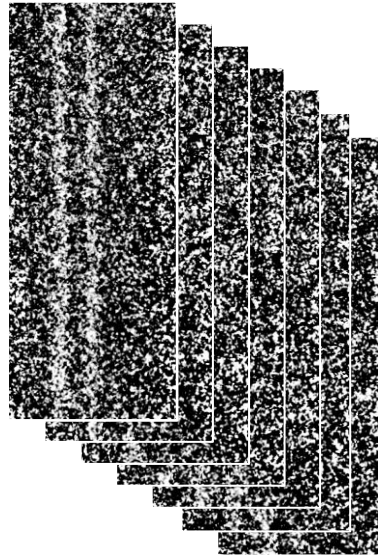
設備の違い以外に露光時間の違いによる影響を減らすため、
露光時間が1/60秒相当になるように画像を平均



平均前

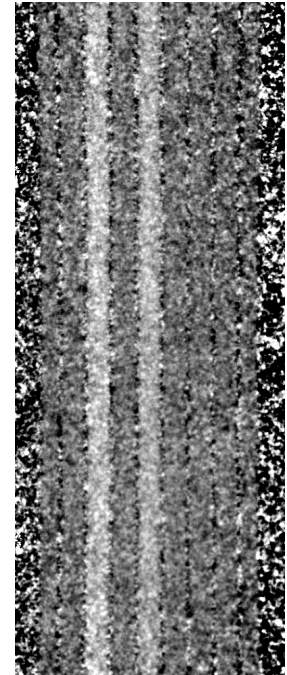
- ・撮影速度 125fps
- ・露光時間 1/400s

...



7枚で平均

...

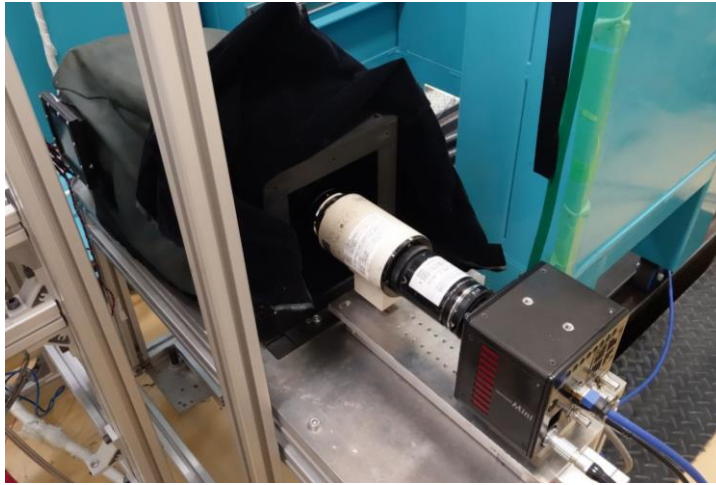


平均後

- ・撮影速度 18fps
- ・露光時間 7/400s

撮影条件

京大炉



カメラ : Fastcam Mini AX50
光I.I : C4412
焦点距離: 85mm



店舗・オフィス用

・画素数 1024 × 1024pixels
・撮影速度 62fps
・露光時間 4/250s

・画素数 1024 × 1024pixels
・撮影速度 18fps
・露光時間 7/400s

JRR3



カメラ : Fastcam SA1.1
光I.I : C9547-01
焦点距離: 105mm

・画素数 1024 × 1024pixels
・撮影速度 60fps
・露光時間 1/60s



業務用マルチエアコン

結果

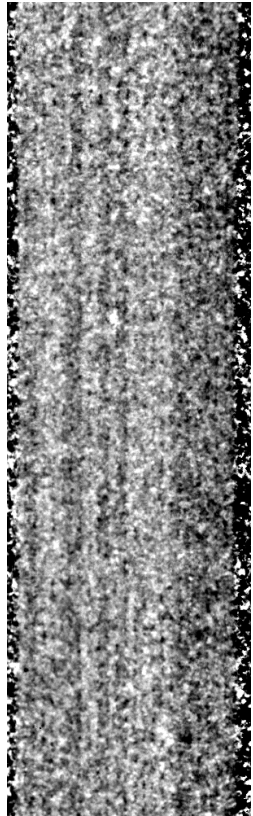
実験条件

$G=50$ [kg/m²s]

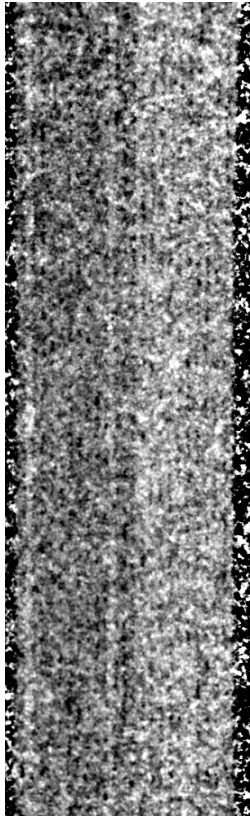
$x_{eq}=0.10$



KUR(平均処理)



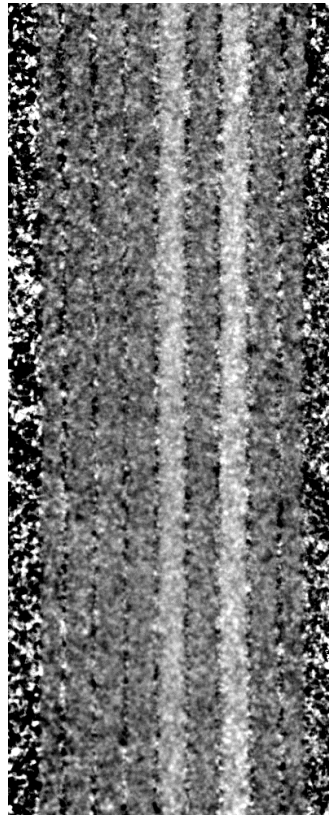
$q_{ratio}=1:1$



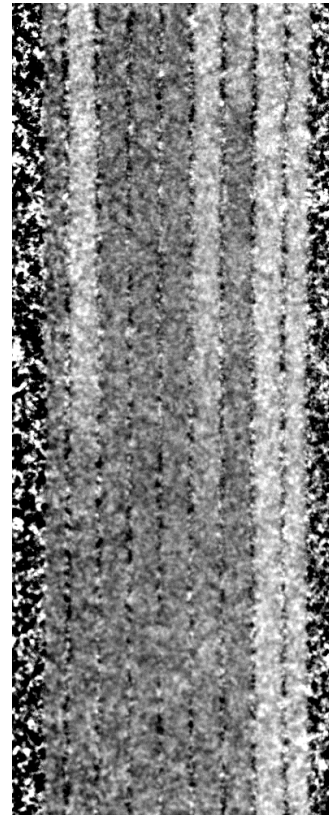
$q_{ratio}=1:4$

62fps(実時間)

KUR(平均処理)



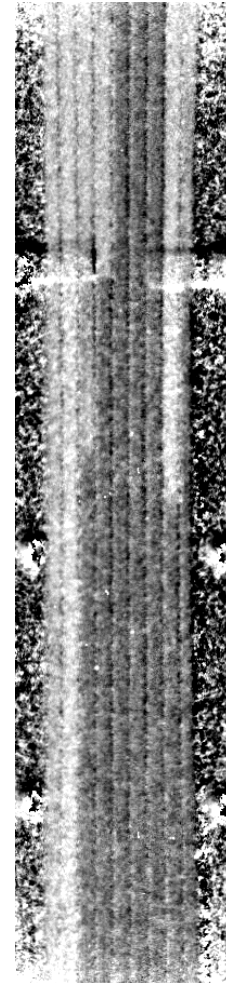
$q_{ratio}=1:1$



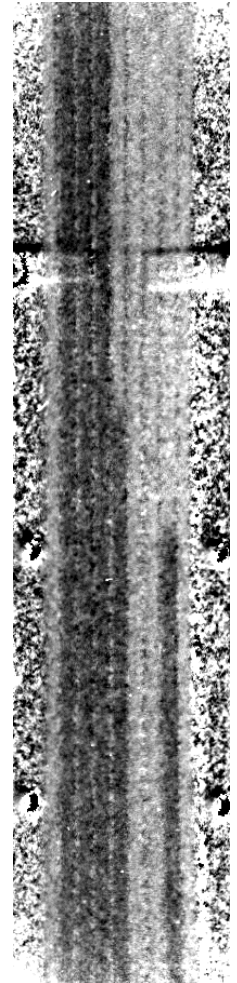
$q_{ratio}=1:4$

18fps(実時間)

JRR3



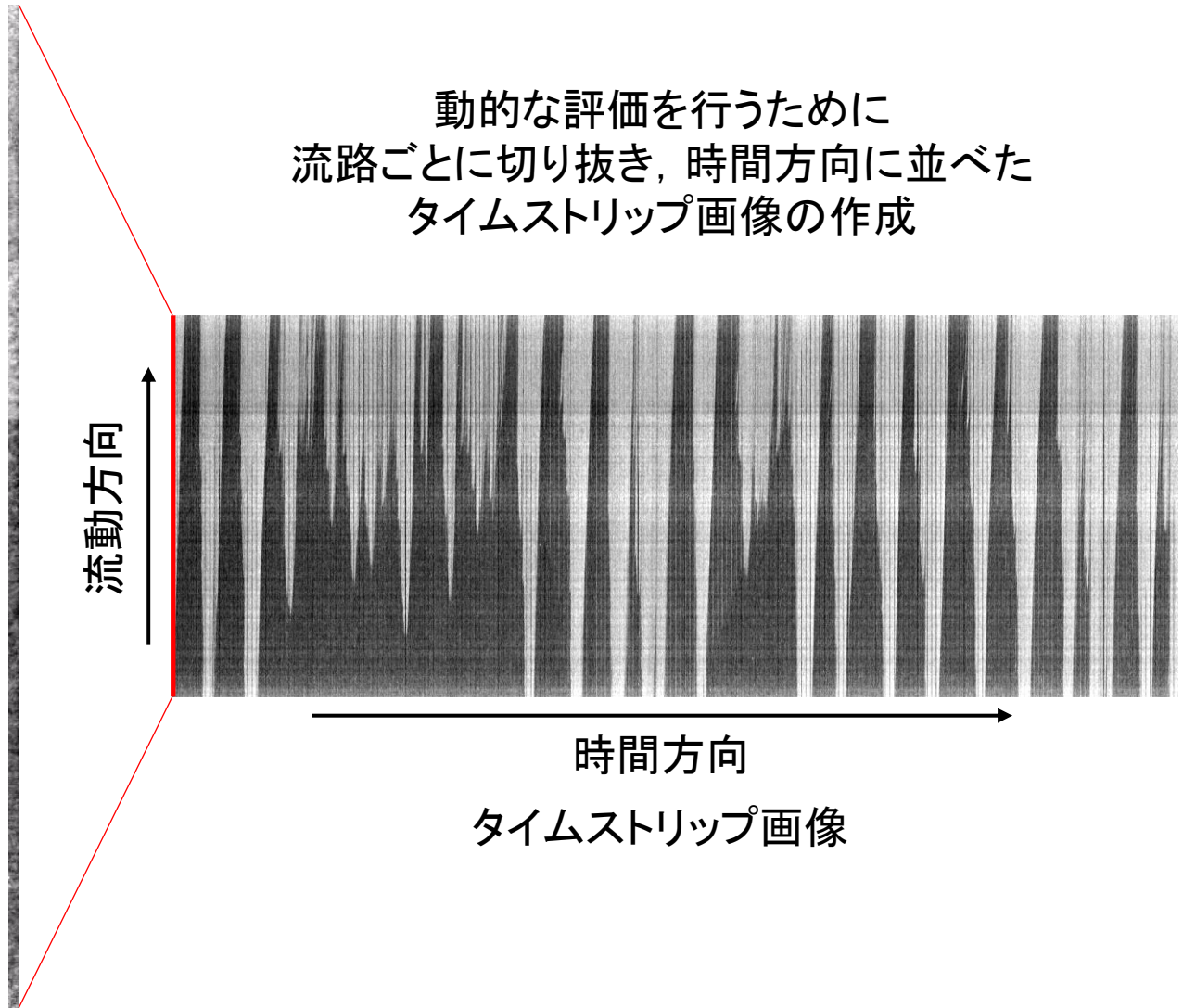
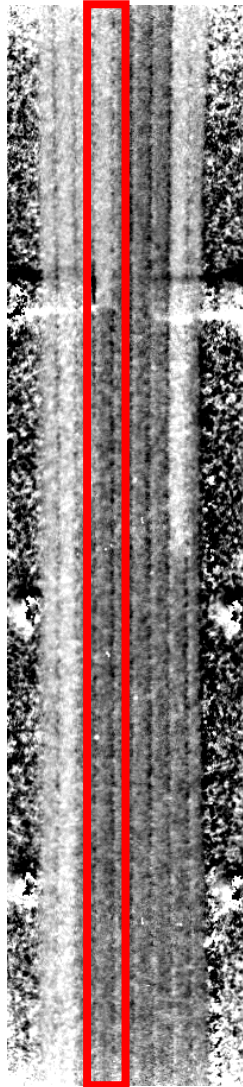
$q_{ratio}=1:1$



$q_{ratio}=1:4$

60fps(実時間)

結果



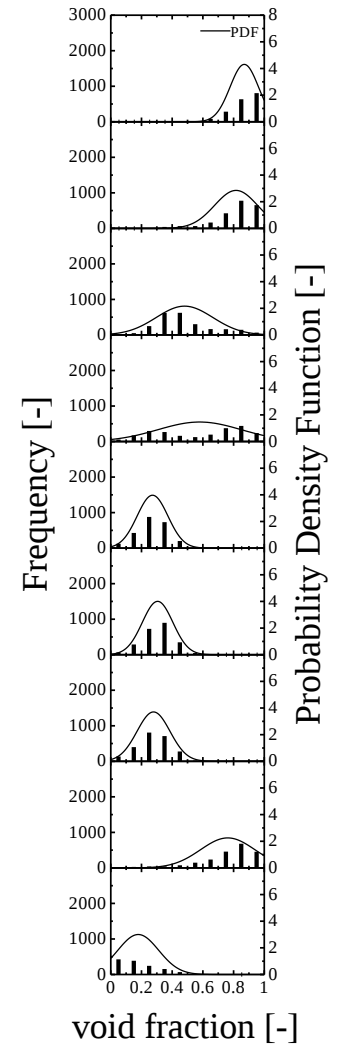
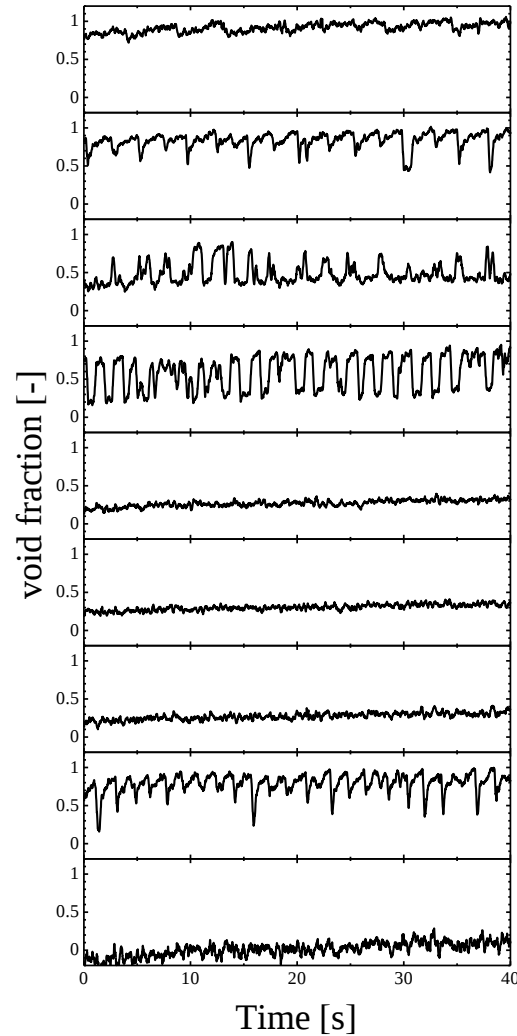
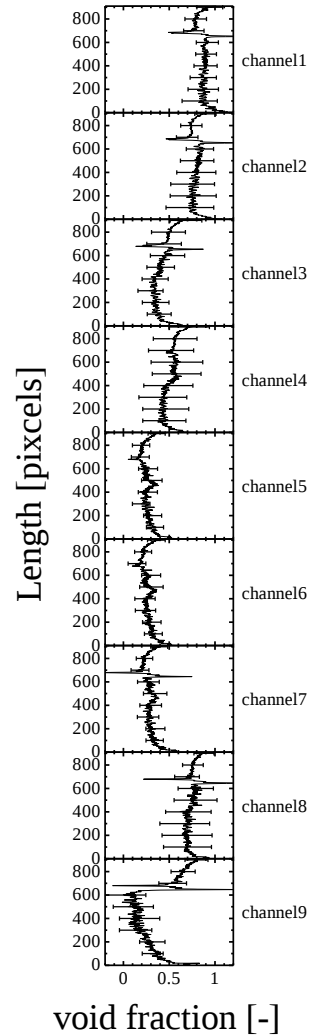
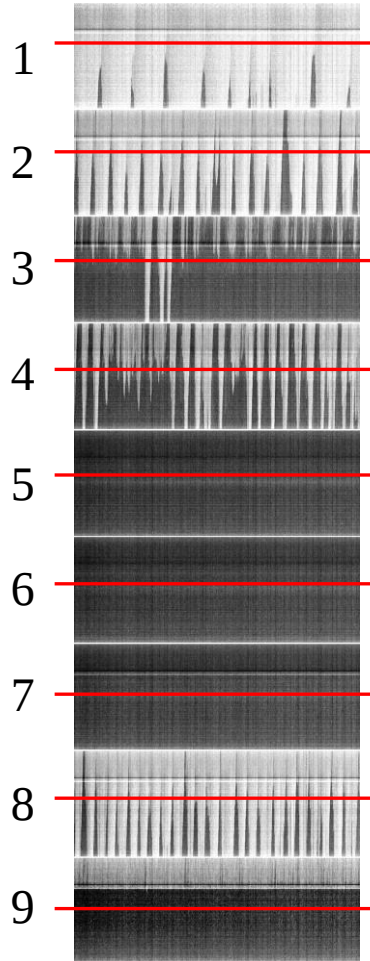
結果

実験条件

$G=50$ [kg/m²s]

$x_{eq}=0.10$

1 2 3 4 5 6 7 8 9

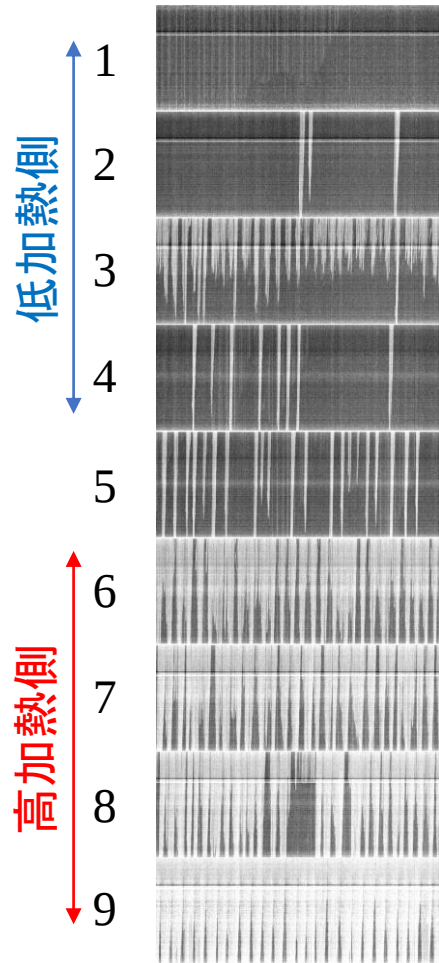


結果

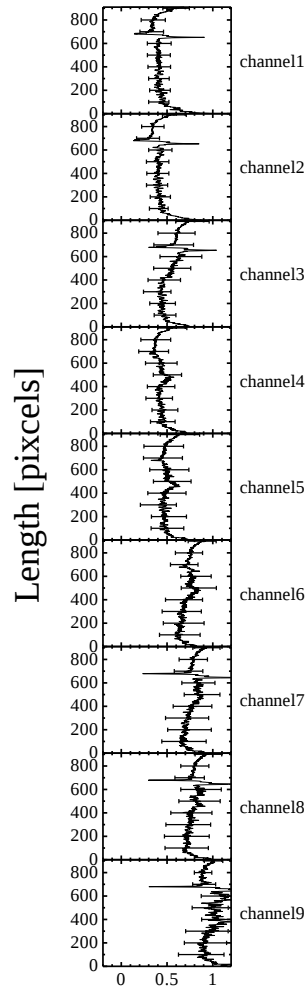
実験条件

$G=50$ [kg/m²s]

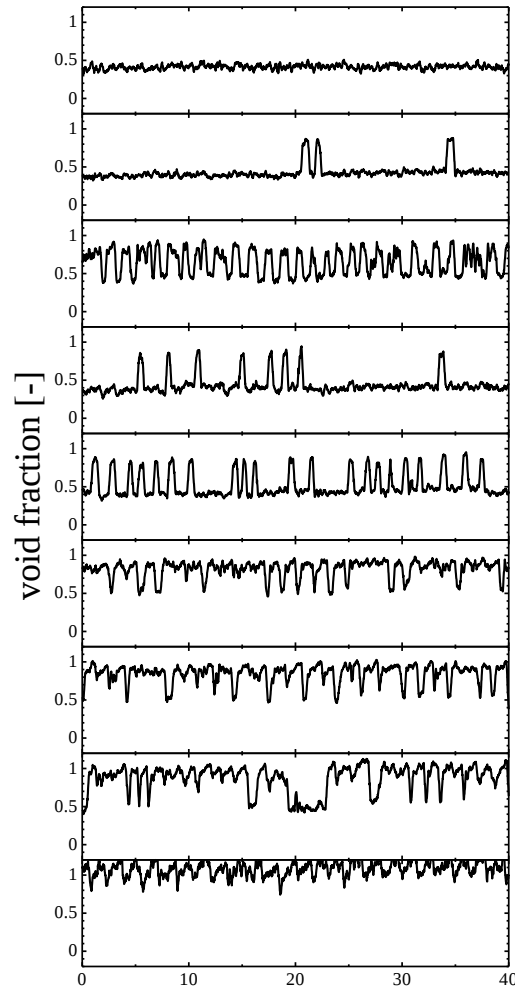
$x_{eq}=0.10$



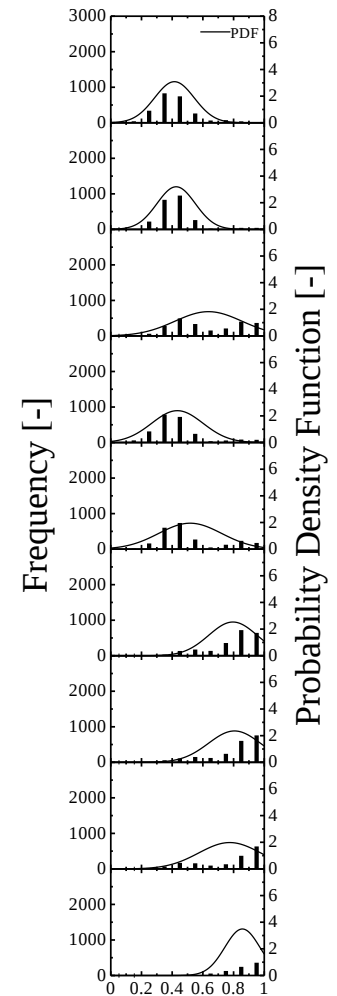
1 2 3 4 5 6 7 8 9



void fraction [-]



Time [s]



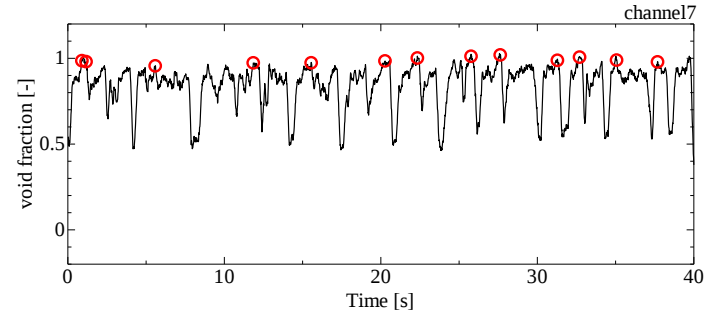
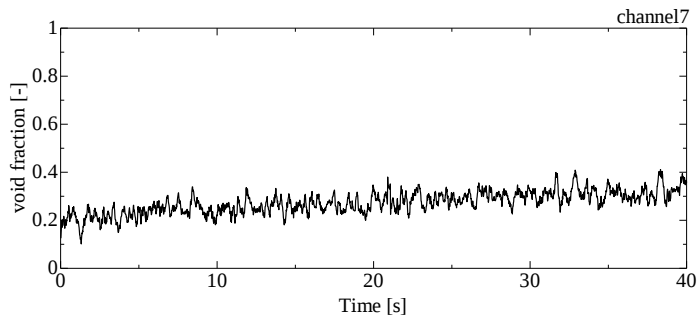
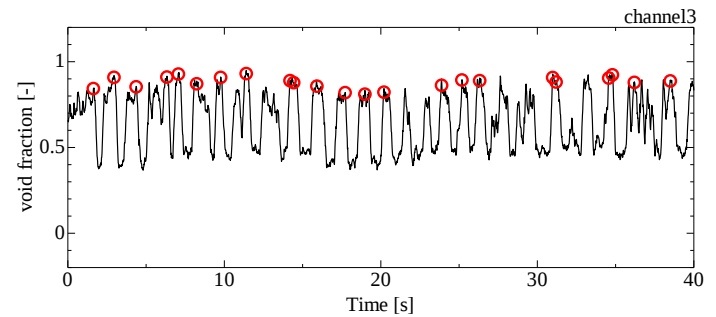
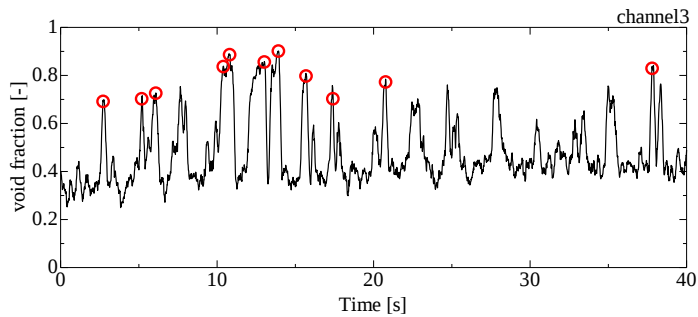
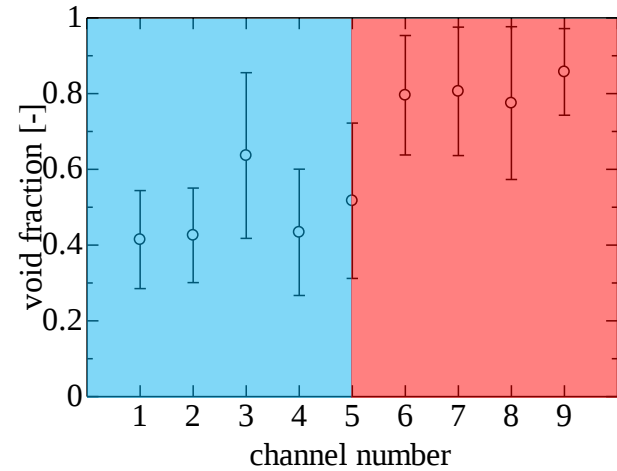
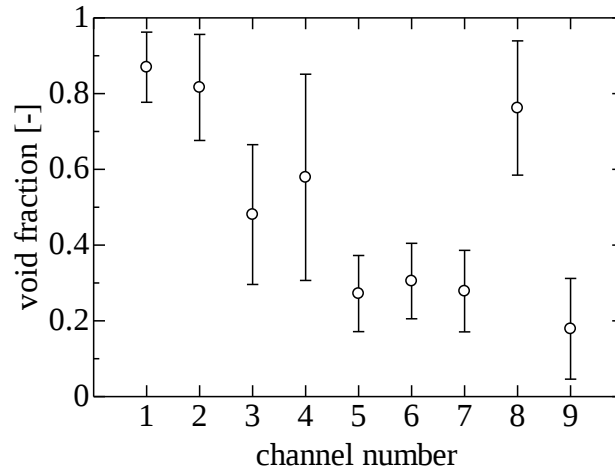
void fraction [-]

結果

実験条件

$G=50$ [kg/m²s]

$x_{eq}=0.10$



$q_{ratio}=1:1$

$q_{ratio}=1:4$

まとめ

実機で使用する流路径の異なる二種類のマイクロチャネル熱交換器を使用して、KURならびにJRR3にて可視化実験を行った結果、実感した両炉の特徴を以下に列挙する。

	KUR	JRR3
視野範囲	狭い	広い
中性子束	低い(5MW) →放射化がしづらい	高い(20MW) →画像がきれいに映る
流体制約	少ない	厳しい
照射室	広い	狭い

- ・左右均一加熱条件下であっても、それぞれの流路で脈動していることが分かった。
- ・非均一加熱を施すことにより、左右の流量は比較的安定するが、依然として脈動は継続している。