

令和3年 1月6日(水)  
令和2年度 中性子イメージング専門研究会

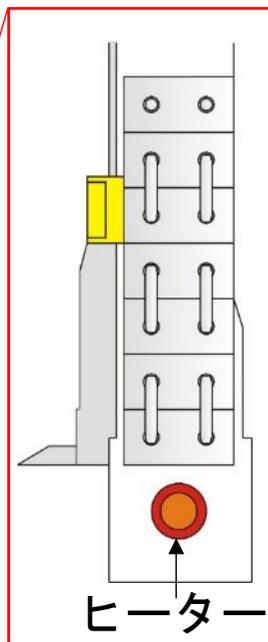
# 中性子・X線複合ラジオグラフィによる 除霜の融解水挙動評価

◎ 黒田陸斗(関西大)      松本亮介(関西大)  
榎原拓郎(関西大)      生島洸樹(関西大)  
白井毅 (関西大)      齊藤泰司(京都大)  
伊藤大介(京都大)      大平直也(京都大)

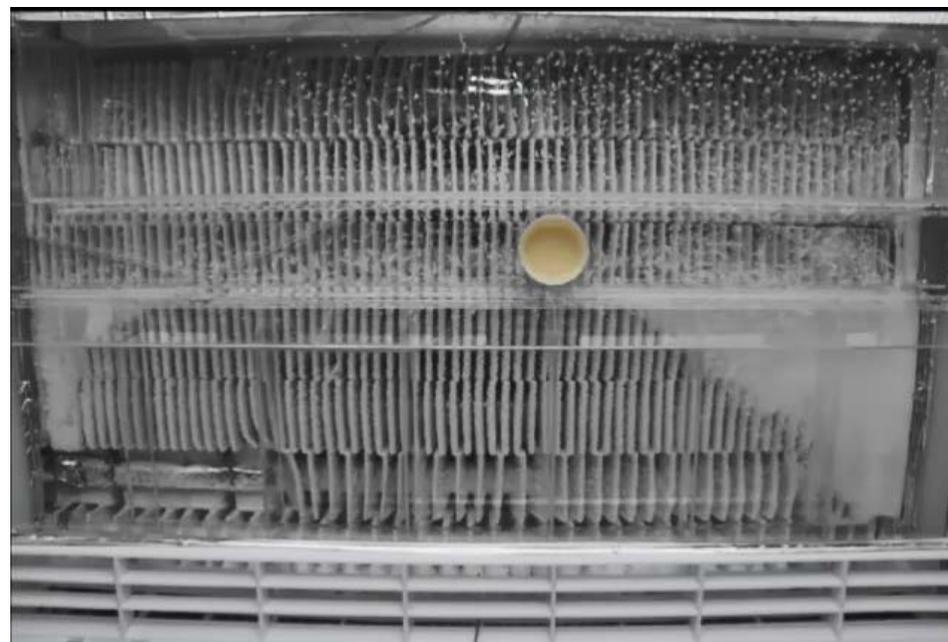
# 熱交換器への着霜



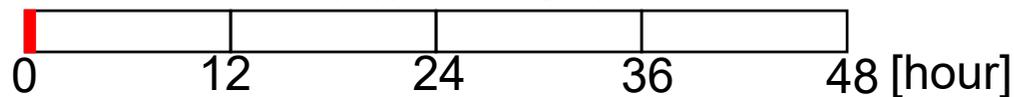
家庭用冷蔵庫



熱交換器



熱交換器への着霜



- ◆ 熱交換器への着霜は霜が**熱抵抗**および**流動抵抗**になるために機器の効率を低下させる。

# 中性子ラジオグラフィを用いた融解水の挙動の観察

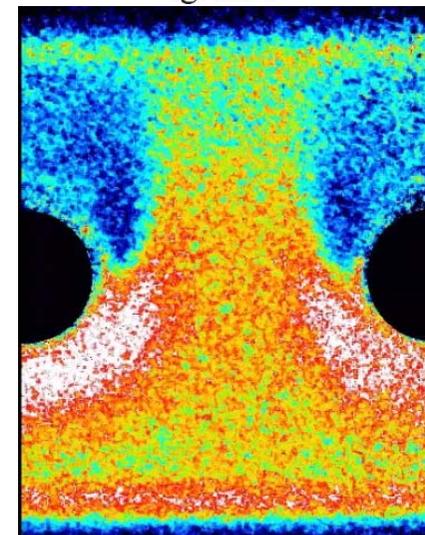
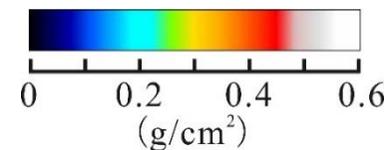
2015年



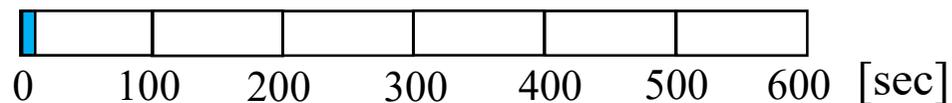
プレートフィンチューブ  
熱交換器



熱交換器除霜時の様子



融解水の面方向への移動

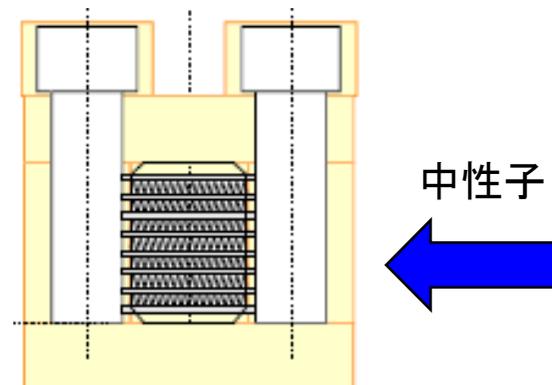


- ・フィン平面上の融解水の浸透挙動を可視化できた
- ・ラジオグラフィを用いることで着霜や除霜の様子を観察することができる

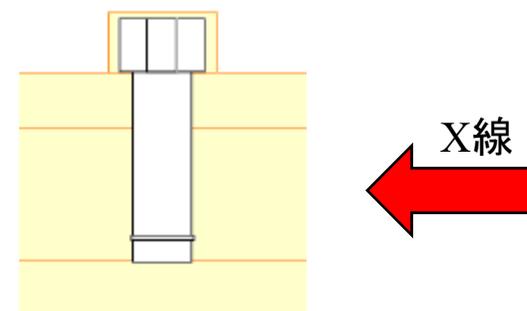
# 車載用熱交換器での着霜，除霜の課題



ルーバーフィン型熱交換器



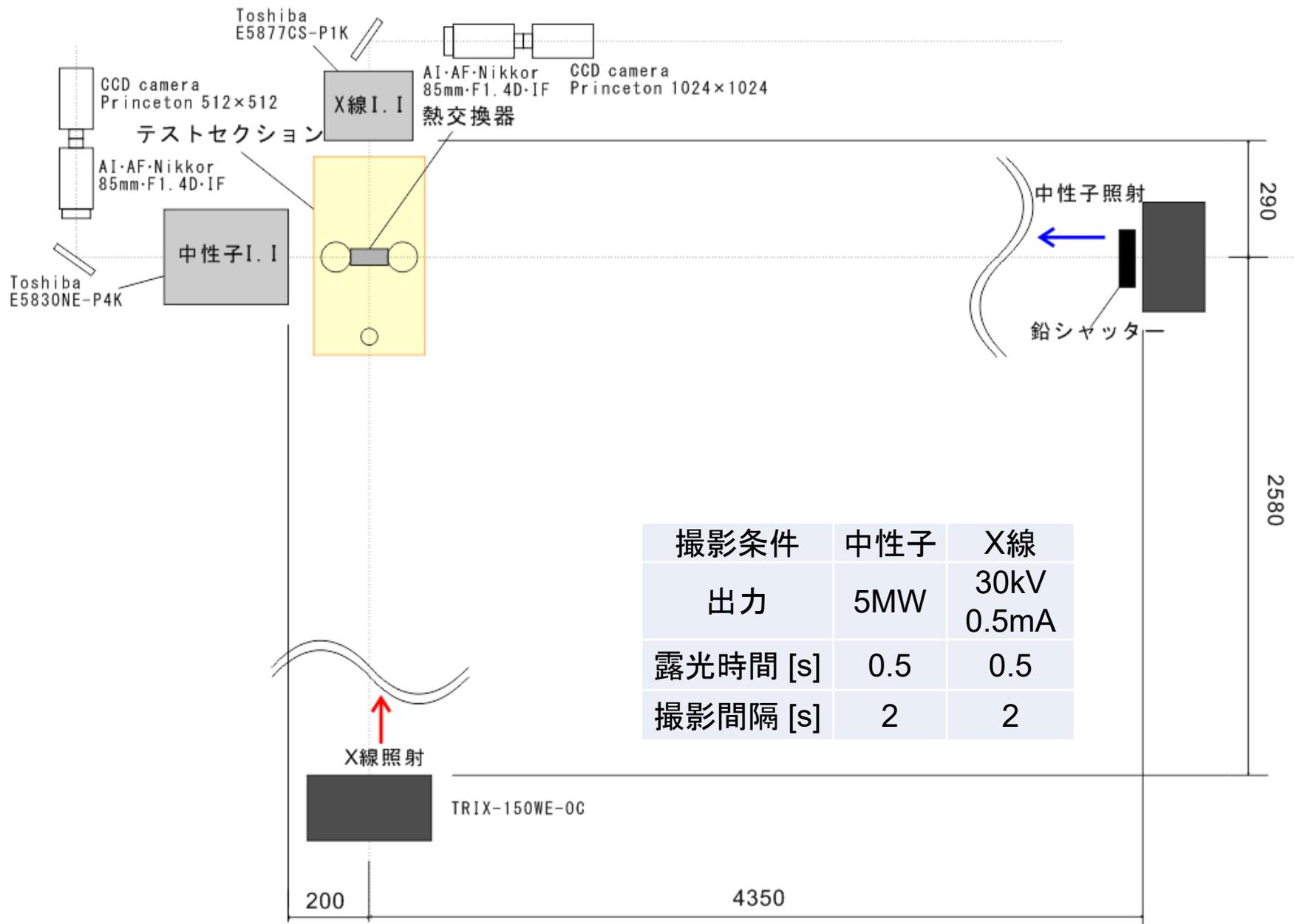
- ・ 中性子照射側では熱交換器の奥行き方向の着霜や除霜の分布を観察



- ・ X線照射側では熱交換器の面全体の着霜や除霜の分布を観察

X線・中性子複合ラジオグラフィを用いて熱交換器の除霜時の融解水排水挙動を3次元的に評価する

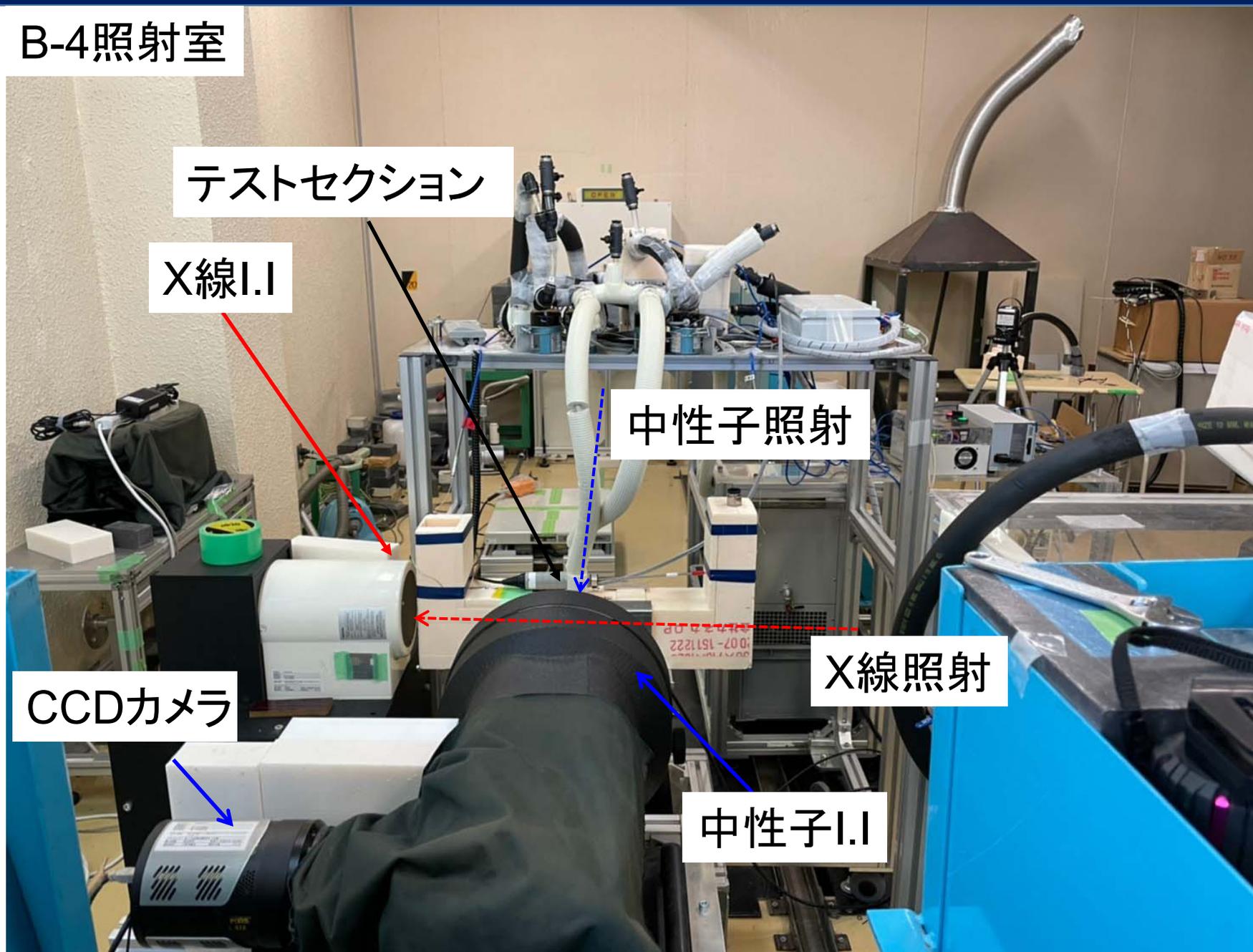
# 実験装置(撮像系)



撮影条件	中性子	X線
出力	5MW	30kV 0.5mA
露光時間 [s]	0.5	0.5
撮影間隔 [s]	2	2

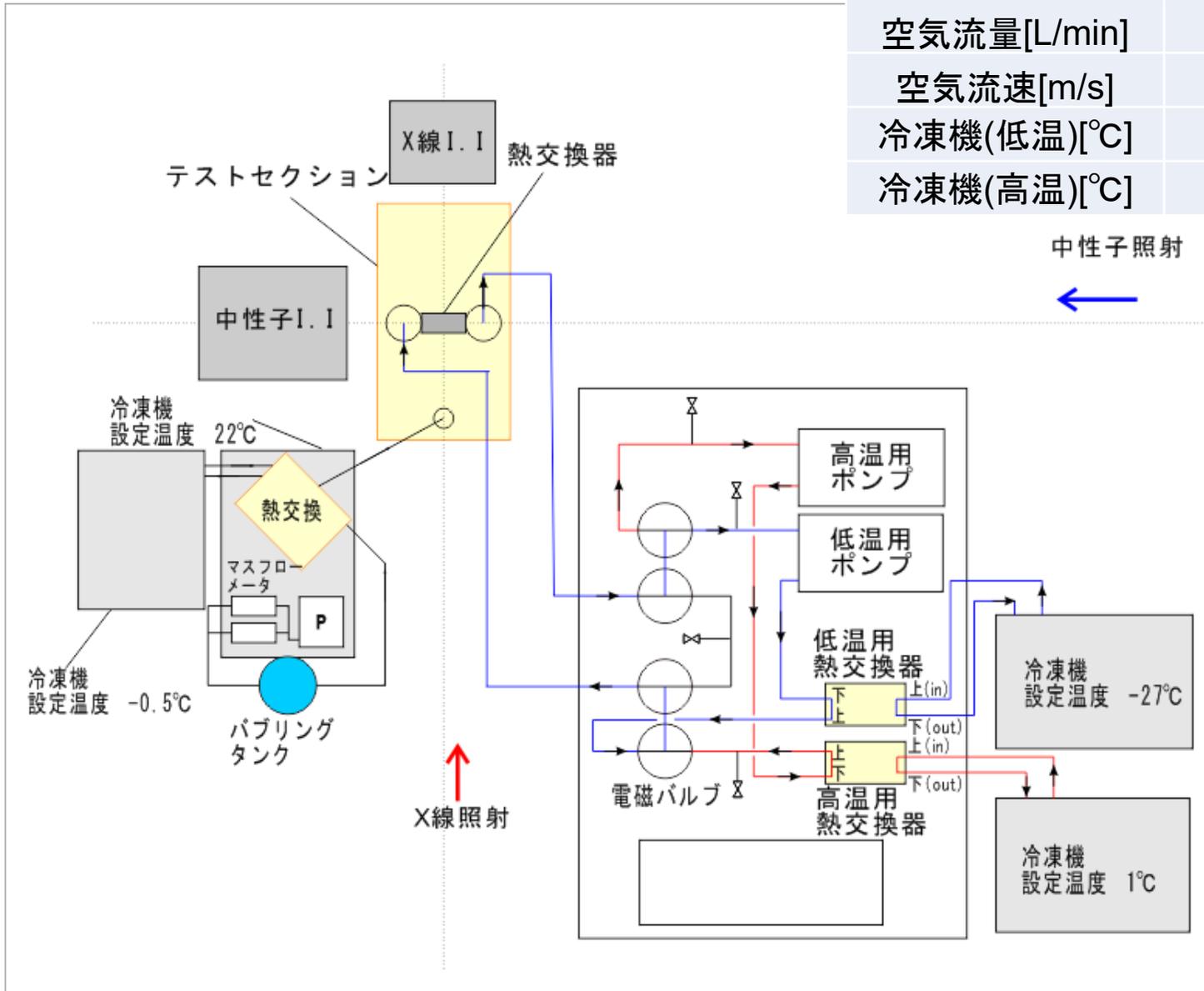
# 実験風景

## B-4照射室



# 冷媒流れ(着霜時)

	着霜	除霜
測定時間[min]	20	10
空気流量[L/min]	180	-
空気流速[m/s]	1.0	-
冷凍機(低温)[°C]	-27	
冷凍機(高温)[°C]	1	

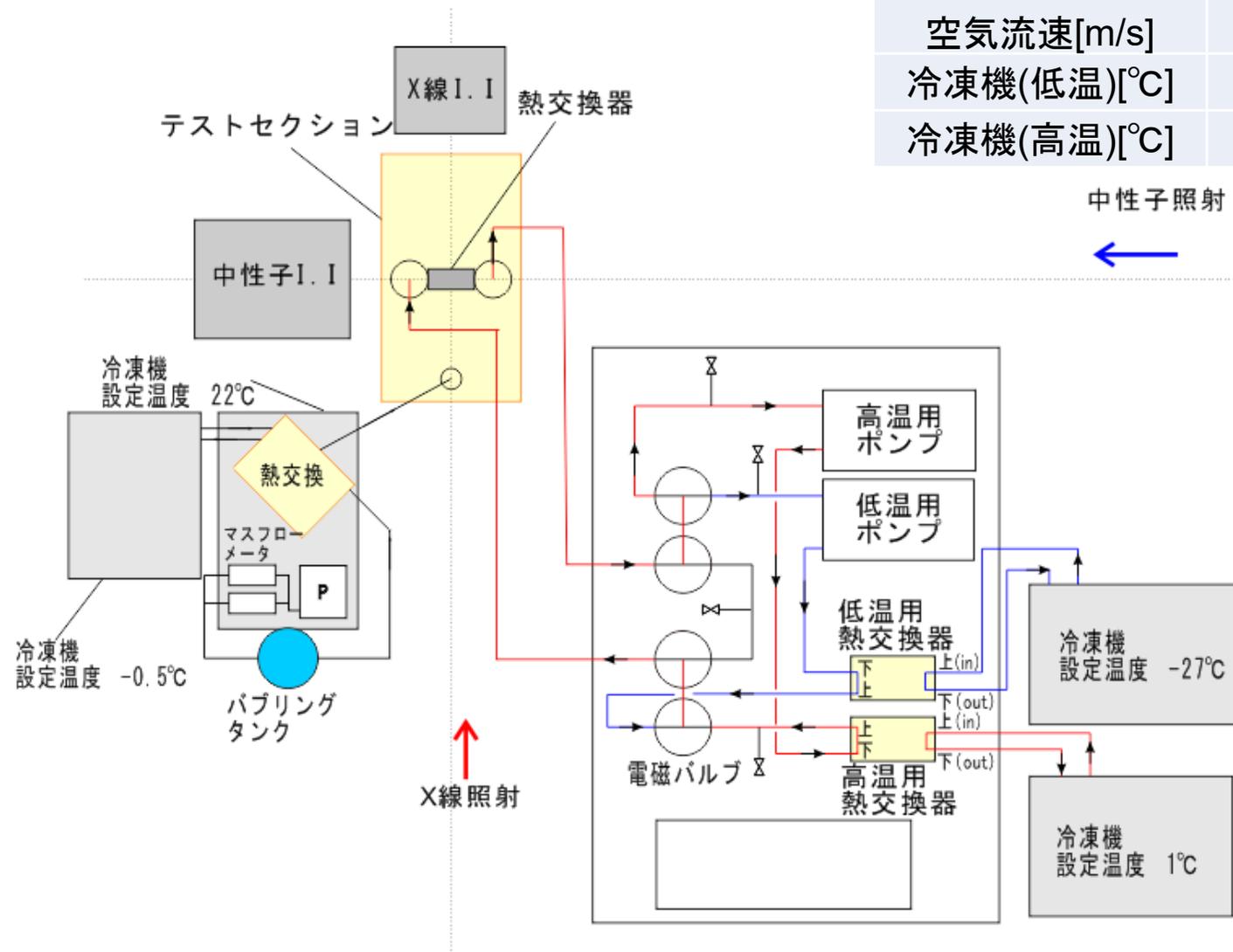


中性子照射  
←

X線照射  
↑

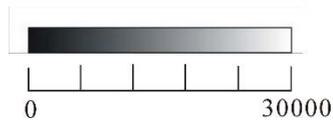
# 冷媒流れ(除霜時)

	着霜	除霜
測定時間[min]	20	10
空気流量[L/min]	180	-
空気流速[m/s]	1.0	-
冷凍機(低温)[°C]		-27
冷凍機(高温)[°C]		1

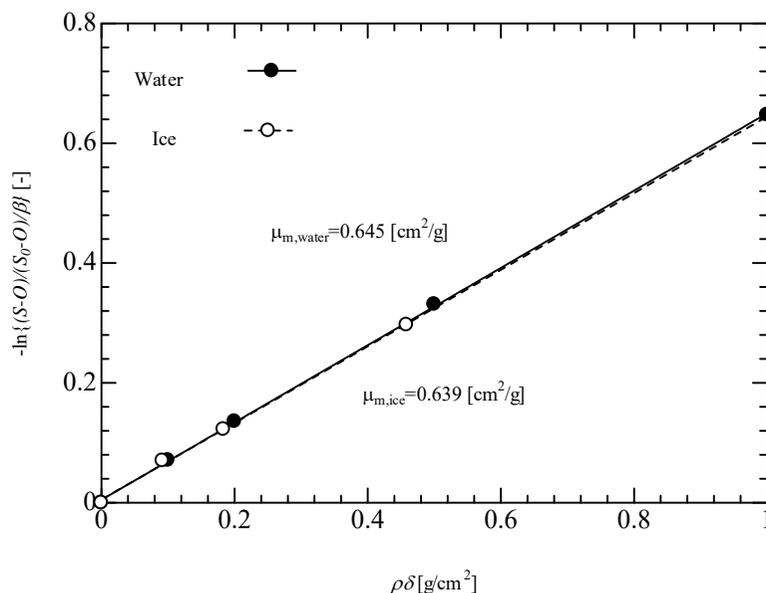
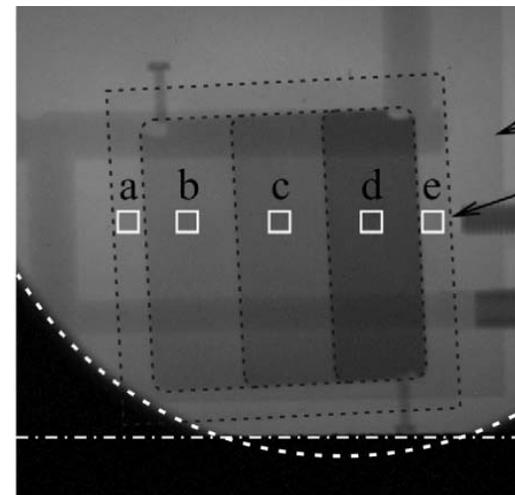
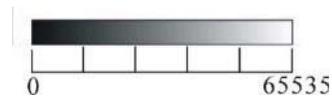


# 質量減衰係数 (X線, 中性子)

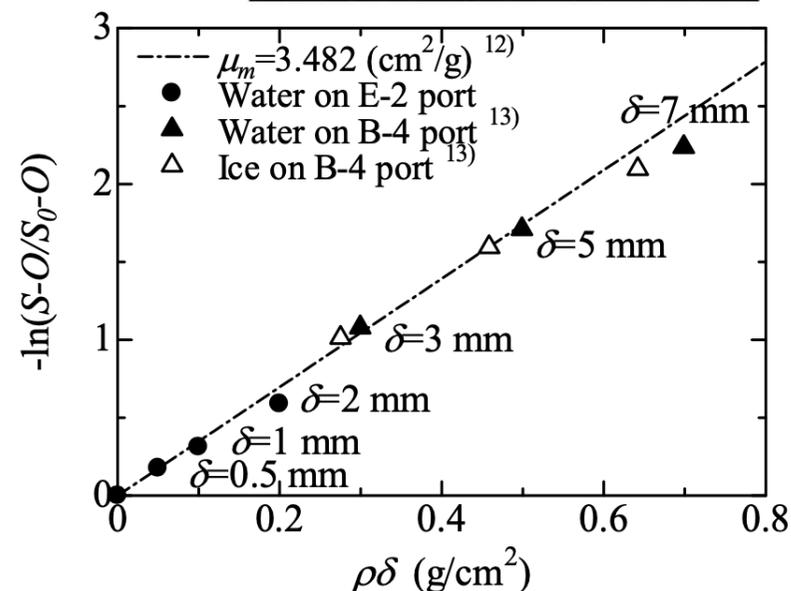
2017年



2014年



X線 30kV 4.0mA



中性子

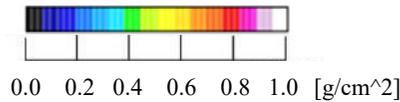
X線の質量減衰係数は $\mu_m=0.639\text{cm}^2/\text{g}$ を使用 中性子の質量減衰係数は $\mu_m=3.482\text{cm}^2/\text{g}$ を使用

# 実験結果-着霜-

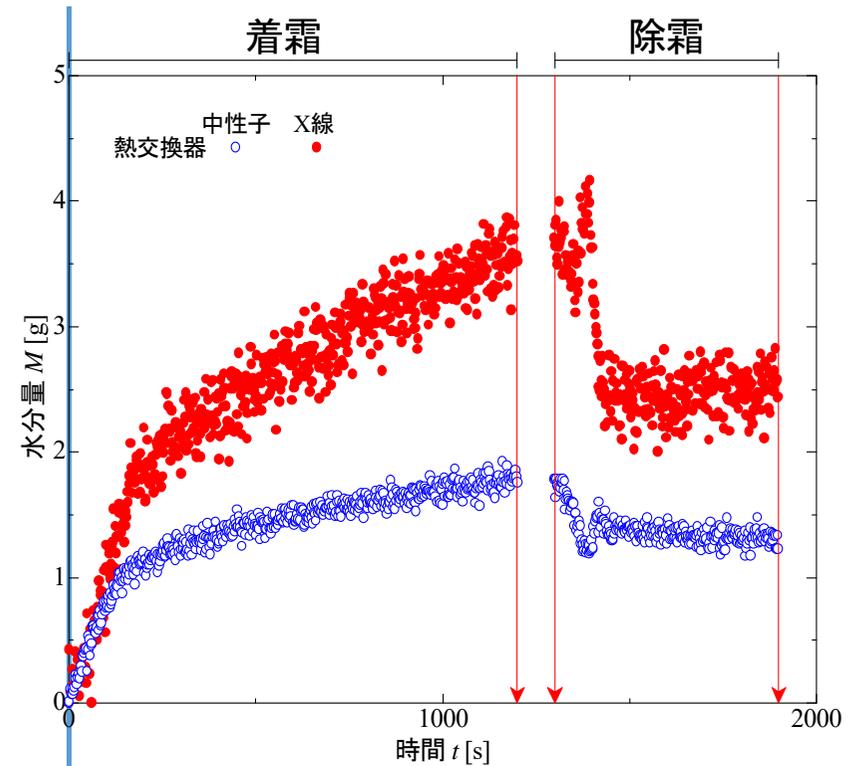
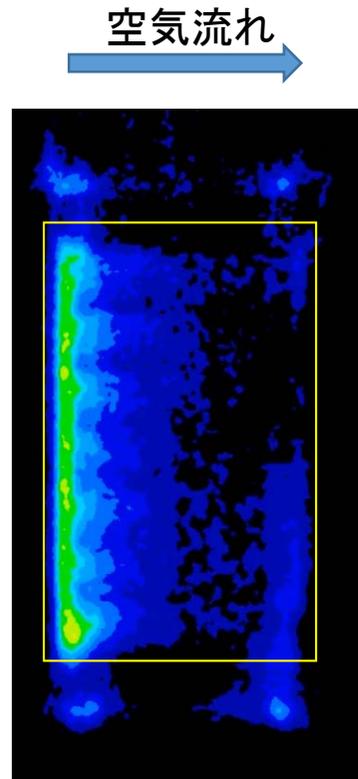
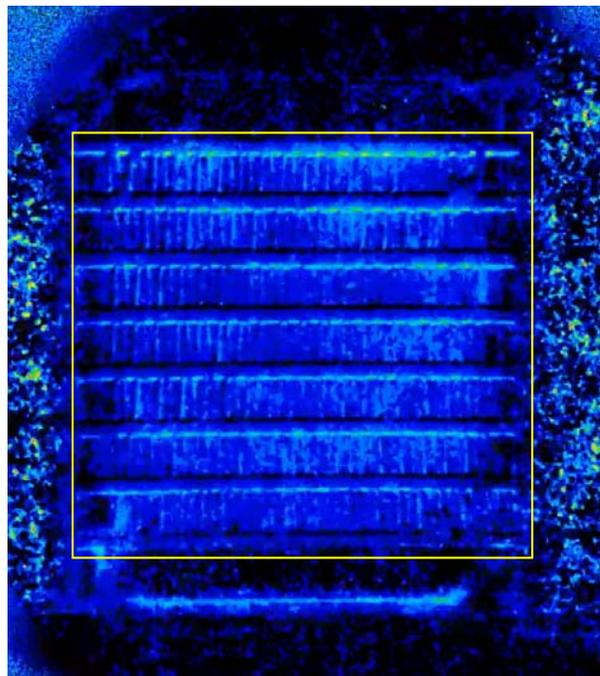
撮影時間:20分

空気流速:1.0m/s

冷凍機設定温度:-27°C



80倍速



X線の画像では熱交換器の面全体に均一に着霜する

中性子の画像では上流側に多く着霜している

水分量のグラフでX線と中性子で水分量に大きな差が見られる

# 結言

本研究によって以下の結果を得られた。

- ✓ X線・中性子の複合ラジオグラフィを用いて融解水の排水挙動を3次元的に可視化することができた。
- ✓ X線側で中性子側より多い水分量を示したため質量減衰係数の再評価が必要である
- ✓ 除霜中の霜と水の共存時に中性子側で水分量の減少が見られたため霜と水の共存時の質量減衰係数の評価が必要である