

X線位相イメージング法を用いたX線サーモグラフィーの検討

Feasibility study of X-ray thermography using phase-contrast X-ray imaging

(株)日立製作所研究開発グループ¹, 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所²

°米山 明男¹, 兵藤 一行²

Hitachi Ltd.¹, KEK PF², °Akio Yoneyama¹, Kazuyuki Hyodo²

E-mail: akio.yoneyama.bu@hitachi.com

持続可能な低炭素社会の実現には、熱の制御（サーマルマネジメント）が不可欠である。しかし、現在普及している赤外線サーモグラフィー等では測温が物体表面に限定され、内部の温度分布を計測することができなかつた。このため、数値シミュレーションにより温度の解析や熱対策設計などが行われているが、最適化が非常に難しいという課題がある。そこで、本研究ではX線の高い透過能と位相イメージング法の超高感度特性に着目し、熱膨張による密度変化から温度変化を非破壊で検出する全く新しい「X線サーモグラフィー」の開発を行っている。

位相イメージング法はサンプルを透過した際に生じたX線の位相シフトをコントラストとする撮像法で、従来の吸収を利用した方法に比べて1000倍以上感度が高いという特徴がある。このため、従来検出できなかった温度変化に伴うごく僅かな密度変化も検出することが可能になる。さらに、透過能の高いX線を利用しているために、非破壊で内部の温度も検出することが期待される。試用撮像は高エネルギー加速器研究機構放射光施設BL14Cに常設された結晶X線干渉計を採用した撮像システム[1]を用いた。水で満たしたセル（厚さ10mm）を干渉計の物体波光路内に設置し、セル側面に設けたヒーターで水を加熱しながら観察を行った。像検出にはファイバーカップリング型画像検出器観察を用い、各像の露光時間を0.2秒、縞走査法における走査数を3とした（時間分解能は0.6秒）。経時的な観察結果を図1に示す。ヒーター加熱を開始すると同時に周辺の温度が上昇し、次第に高温領域が上部に広がっている様子を密度の変化から初めて可視化することに成功した。なお、ヒーター近傍における温度上昇は+32度であり、同時に測定したサーモグラフィーの結果とほぼ一致した。今後は実デバイス等への適用を試みる予定である。

[1] A. Yoneyama, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 523,217 (2004).

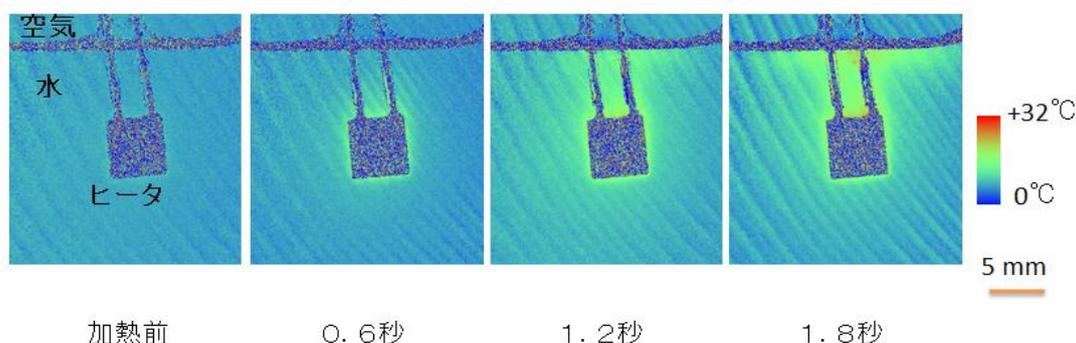


図1 ヒータ加熱に伴うセル内の水の温度変化