

X線位相イメージングの低温・高温環境計測への応用

竹谷 敏

産業技術総合研究所・物質計測標準研究部門

E-mail: s.takeya@aist.go.jp

X線は物質透過性に優れるため、物質内部を非破壊でイメージングすることができる。X線イメージング技術として、医療・産業用として普及している「吸収コントラスト法」はX線が物質を透過する際に生じるX線透過率の差を検出し、「位相コントラスト法」はX線が物質を透過する際に生じる位相シフトを利用している。位相コントラスト法は、吸収コントラスト法よりも水素、炭素、酸素等の軽元素で構成される低密度な物質に対し、特に高エネルギー領域のX線を利用することにより、高い密度分解能での測定が可能な手法である。我々は、位相コントラスト法の中でも特に密度分解能が高い「X線干渉法」と、密度にたいするダイナミックレンジの広い「屈折コントラスト法」を用い、主に軽元素で構成される物質を高精細にイメージングするため、位相コントラストX線CT法による三次元可視化に取り組んでいる。

最近では、電池などデバイスの実際の使用環境下での可視化実験の要望の高まりや、青果や冷凍食品などの保存状態での可視化、低温化でしか存在できないメタンハイドレートの可視化など、様々な温度条件下での高精細な可視化のニーズが高まっている。しかし、位相コントラストX線CT法において、位相シフトの検出デバイスとして使用されているX線干渉計は試料の温度変化などに対して極めて敏感であり、特殊環境下での測定への応用は困難で、室温下での測定に限定されていた。この問題を解決すべく、我々は分離型X線干渉計を用いる専用の温調装置を開発することにより、温度 -80°C ～ $+95^{\circ}\text{C}$ までの条件下における位相コントラストX線CT測定を可能とした。X線としては、35 keVの単色の放射光を利用することにより、クライオセル中の試料を高精細に観察することが可能となった。さらに、35 keVの高エネルギーX線を用いることにより、吸収コントラスト法では測定が困難な金属中での軽元素材料などの測定が可能となっている。

今回の発表では、これまでに、本研究で開発してきた方法¹⁾の紹介と、低温条件下での各種ガスハイドレート、凍結野菜などの測定結果の紹介をする。

本研究は、日立製作所、高エネルギー加速器研究機構、北里大学との共同の成果であり、高エネルギー加速器研究機構放射光施設の課題（課題番号2008G120, 2010G170, 2012G148, 2014G019）のもと実施してきた。

参考文献

- 1) Takeya, S., Honda, K., Gotoh, Y., Yoneyama, A., Ueda, K., Miyamoto, A., Hondoh, T., Hori, A., Sun, D., Ohmura, R., Hyodo K. & Takeda, T. (2012), J. Synchrotron Rad. 19, 1038-1042.