

## 金属積層造形技術高度化を目指す中性子位相イメージング装置開発

Development of neutron phase imaging instrument to advance metal additive manufacturing technology

\*日野正裕<sup>1</sup>, 關義親<sup>2</sup>, 細畠拓也<sup>3</sup>, 河野大輔<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学 <sup>2</sup>東北大学 <sup>3</sup>理化学研究所

金属積層造形技術の品質保証及び高性能な造形品開発のために、非破壊で実サイズ(cm オーダー)かつ造形用金属粉以下のサイズ( $\mu\text{m}$  オーダー)で空隙分布を定量的に測定可能な中性子位相イメージング開発を目指している。その現状を報告する。

**キーワード:** 金属積層造形、中性子位相イメージング、小角散乱

金属部品をより一層軽量化し、高機能化、多品種化、リードタイム短縮可能な次世代のものづくり基盤技術の一つとして期待されている金属積層造形技術は、レーザーや電子ビーム等で数十 $\mu\text{m}$ サイズの金属粉を溶かして積層するため、本質的に微細な空隙が入り易い。微細空隙(porosity)は強度の低下等、造形物の品質に直結する。しかし同一機種で同一製作パラメーターを用いても、造形品が再現しないことが往々にある。空隙率の評価は、アルキメデス法等による密度評価、X線CT、スライス断面の顕微鏡観察等があるが、顕微鏡観察は破壊測定で手間もかかり、部品全体を測定することは難しい。X線CTは非破壊測定で強力だが、比重の大きい金属の場合、高エネルギー線源を用いても透視可能な厚さはcm程度にとどまる。中性子は電荷を持たず多くの物質に対して高い透過力をもつため、金属材料のバルク観察において際立った威力を発揮する。一般的な吸収イメージング(ラジオグラフィ)は、試料による中性子の吸収、つまり強度減衰を観測するが、試料通過時には中性子波の位相も同時に変化している。この位相情報を干渉法によって抽出し、強度コントラストとして画像化する手法が位相イメージング法である。位相イメージング法は、ステップスキャン等で強度コントラストの測定を行うため、動的な試料には適さないが、通常の吸収イメージングに加えて、小角散乱によるコントラストの減衰率から、ポロシティのような微細な構造分布を高感度に可視化することが可能である。我々は中性子位相イメージング手法として、3枚の格子から構成されるTalbot-Lau干渉計を用いて、KURの熱中性子ビームを用いて $1\text{cm}^3$ 立方形状の標準試料の空隙評価やアルキメデス法との比較を行っている(Fig.1)。またJRR-3のC3-1-2ポート用に冷中性子Talbot-Lau干渉計開発も進めており、2台の中性子位相イメージング装置で、金属積層造形技術の高度化に寄与することを目指している。当日は、開発の目指す方向及び現状を報告する。



Fig.1 Photograph of Talbot-Lau interferometer installed to CN-3 of KURNS [1].

### 参考文献

[1] Y. Seki et al., "Neutron phase imaging by a Talbot-Lau interferometer at Kyoto University Reactor", Rev. Sci. Instrum. 94, 103701 (2023).

\*Masahiro Hino<sup>1</sup>, Yoshichika Seki<sup>2</sup>, Takuya Hosobata<sup>3</sup>, Daisuke Kono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyoto university, <sup>2</sup>Tohoku university, <sup>3</sup>RIKEN