

## 材料内部の応力分布を結晶レベルで実測する 世界初の技術を確立

トヨタグループの株式会社豊田中央研究所（本社：愛知県長久手市、代表取締役所長：菊池昇、以下「豊田中研」）は、材料を構成する結晶粒の“内部”に発生する応力の3次元分布を非破壊で実測することに世界で初めて成功しました。

各種部品の小型・軽量、高機能化に伴い、部品の信頼性確保がますます重要になっています。部品の信頼性を向上させるには、部品材料中の結晶粒内の応力分布をマイクロレベルで知る必要があります。これまで、そのような局所的な応力を非破壊で計測する技術はありませんでした。

豊田中研は、結晶粒内の局所的な応力を計測するため、透過性の高い放射光X線\*ビームと、一粒の結晶粒の内部情報を抽出する技術とを組合せた、走査型3次元X線回折顕微鏡法\*\*を開発しました（図1）。鉄鋼材料を引張り変形させながら、1ミクロンサイズのX線ビームを用いて、結晶粒の内部に発生する応力の3次元分布を非破壊で計測することに成功しました（図2）。本計測法によって、従来手法で得られていた平均的な応力を大幅に上回る“局所的な応力”が結晶粒の内部に発生することを世界で初めて実証しました。この局所的な応力の実測は、部品内部の弱点の抽出や、劣化・変形機構の解明を可能とし、自動車、家電、情報通信関連において高い信頼性を持つ部品や、その製造プロセスの開発に大きく貢献すると期待されます。また、この技術は、ミクロからマクロまでの応力の非破壊計測を実現し、変形のみならず破壊まで表現できるマルチスケールの材料モデリングや、寿命予測のシミュレーション技術の発展にもつながると期待されます。

本成果は、2019年12月20日（米国東部標準時）付で、米国の科学雑誌「Science」に掲載されます。

### 【論文情報】

タイトル : Intragranular three-dimensional stress tensor fields in plastically deformed polycrystals

著者 : Yujiro Hayashi, Daigo Setoyama, Yoshiharu Hirose, Tomoyuki Yoshida and Hidehiko Kimura

DOI : 10.1126/science.aax9167

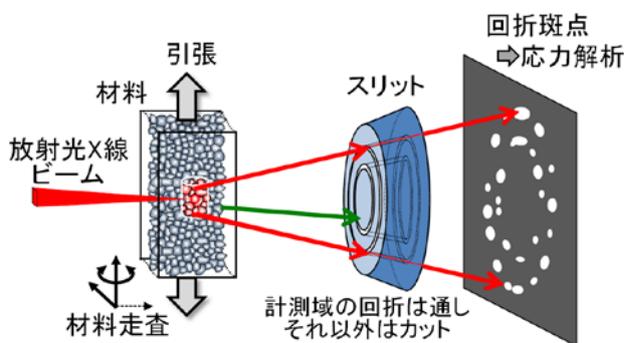


図1 走査型3次元X線回折顕微鏡法による材料内部の応力計測の模式図

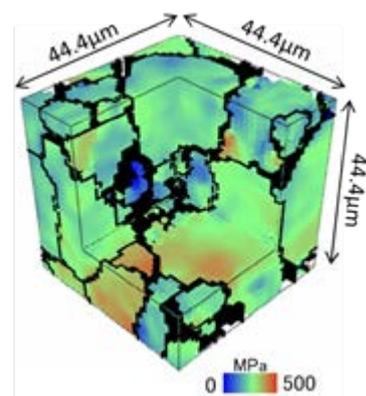


図2 実測した結晶粒内部のミクロな3次元応力分布

\* 一般的なX線の約1億倍の輝度と高い透過性をもつX線。

\*\* 大型放射光施設 SPring-8 の豊田ビームラインに構築。