

# TEM-周波数変調法を用いた Au ナノワイヤのヤング率方位依存性の測定

## Orientation dependence Young's modulus of Au nanowires estimated by TEM- FM method

北陸先端大先端<sup>1</sup>, 金大院自然<sup>2</sup>

○小堀 雄稀<sup>1</sup>, 石塚慧介<sup>1</sup>, 見寺悠伽<sup>2</sup>, 富取正彦<sup>1</sup>, 新井豊子<sup>2</sup>, 大島義文<sup>1</sup>

JAIST<sup>1</sup>, Kanazawa Univ.<sup>2</sup>, °Yuki Kobori<sup>1</sup>, Keisuke Ishizuka<sup>1</sup>, Yuka Mitera<sup>2</sup>, Masahiko Tomitori<sup>1</sup>,

Toyoko Arai<sup>2</sup> and Yoshifumi Oshima<sup>1</sup>

E-mail: [yuki.kobori@jaist.ac.jp](mailto:yuki.kobori@jaist.ac.jp)

### 1. はじめに

金属バルク多結晶は方位が揃っていない多数の単結晶から構成されており、方位に依存した特性は失われ、等方的な性質が現れる。一方、1個または数個の単結晶から構成されるナノスケールワイヤでは方位に依存した異方性を示すことが示唆されている<sup>1)</sup>。

材料の機械的性質に関する先行研究は主に分子動力学シミュレーション計算によって行われているが、使用する経験的ポテンシャルによって異なる結果が得られことが指摘され問題となっている。一方、実験では、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いてナノ材料の曲げ試験が行われている。しかし、この方法では材料の構造変化 (塑性・延展性など) を観察できない。

本研究では周波数変調 AFM の測定原理を応用し、Au ナノ接点の等価ばね定数を測定した。微小な振幅でも高い感度で力の勾配 (等価ばね定数) が得られる長辺水晶振動子 (LER) を組み込んだ透過型電子顕微鏡 (TEM) ホルダーを用いて、等価ばね定数測定と同時に TEM によって構造観察を行い、ヤング率を求めた。

### 2. 実験装置および方法

超高真空透過電子顕微鏡 ( $10^{-6}$  Pa 以下) 試料ホルダ内で、LER 先端に取り付けた径  $10 \mu\text{m}$  の Au ワイヤを、対向 Au 電極に接触させて Au 接点を作製した。等価バネ定数は、LER (共振

周波数 1 MHz、ばね定数  $1.4 \times 10^6$  N/m) を用いて Au 接点を振幅約 70 pm で伸縮させた時の共振周波数変化から求めた。TEM 像から Au 接点の形状を求め、ヤング率を算出した。

### 3. 結果および考察

[100]、[110]、[111]方位を軸とする Au ナノワイヤのヤング率を算出した。その結果、結晶方位によって異なるヤング率をもつ傾向を確認した。これらの値は、バルク単結晶で予想されているヤング率 ([100]: 42 GPa, [110]: 81 GPa, [111]: 115 GPa)<sup>2)</sup>に比べて小さいが、定性的に同じ傾向を示している。

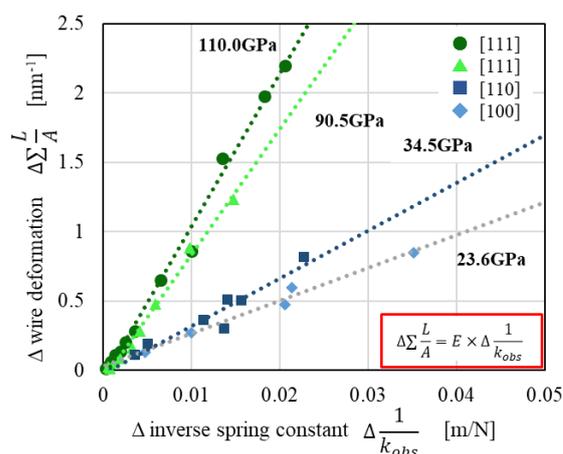


Fig1. Relationship between Young's modulus and crystal orientation

### 参考文献

- 1) Y. H. Wen et al., Computational Materials Science, **48**, 2010.
- 2) H. Petrova et al., J. Mater. Chem. **16**, 2006.