

大阪大学、日本の独自技術「ナノ多結晶ダイヤモンド」の世界最高強度を達成

大阪大学大学院工学研究科 大学院生の片桐健登さん（博士後期課程2年、文科省委託事業特任研究員）と尾崎典雅准教授、および愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センターの入船徹男教授らの研究グループは、ナノ多結晶状態のダイヤモンドが高速変形する際の強度を明らかにしました。

小さな結晶を石垣のように隙間なく詰め込んだ多結晶材料は、同じサイズの単結晶材料よりも強くなると言われています。本研究チームは、その効果が最大になると考えられる数 10 ナノメートルサイズの微結晶を焼結させた、“ナノ多結晶”状態のダイヤモンドに超高圧力を加え、その強度を調べました。実験は国内最大パルス出力の激光 XII 号レーザーを用いて行われ、地球中心圧力の 4 倍を超える 1,600 万気圧まで、体積が元の半分以下にまで変形していく様子を観察しました。

今回得られた実験データから、ナノ多結晶ダイヤモンド（NPD）が通常の単結晶ダイヤモンドに比べ 2 倍以上も高い強度を有することが明らかになりました。また、これまで調べられてきた全ての材料の中で最高の強度を示すことがわかりました。

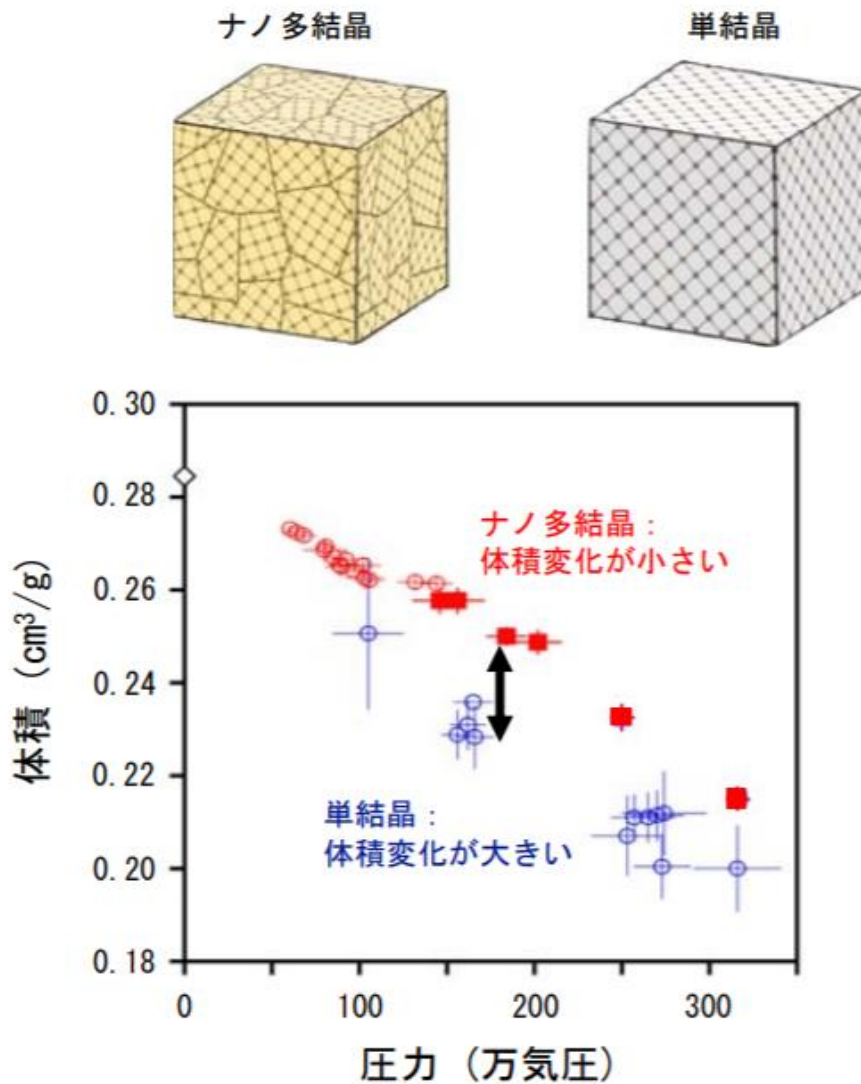


図 ナノ多結晶と単結晶の違い（上）と、実験で得られたナノ多結晶ダイヤモンドの圧力-体積の関係（下）。ナノ多結晶ダイヤモンドは単結晶ダイヤモンドに比べ変形しにくいことがわかる。

10 ナノメートルサイズのダイヤモンド微結晶を高密度に合成したナノ多結晶ダイヤモンド (NPD) は、日本の独自技術の成果ですが、ナノ結晶間の相互作用が強度に顕著に影響することが明らかになったことから、超高強度材料としてさらに期待が高まるものと考えられます。本研究グループは、単結晶と同等の密度に合成した NPD を、高強度パルスレーザーを用いて数ナノ秒という非常に短い時間に高速変形させました。光のドップラー効果を利用した独自の高精度観測システムによって、その圧縮変形特性をリアルタイムで計測することに成功しました。その結果、NPD が高速変形下でおよそ 208 万気圧もの弾性

強度を有することがわかりました。これは、単結晶ダイヤモンドの 2 倍以上の値です。NPD と単結晶ダイヤモンドにおける大きな強度の違いは、高速変形下におけるナノ結晶粒間の相互作用がより顕著に現れることを示しています。

論文情報

タイトル : Shock response of full density nanopolycrystalline diamond

雑誌 : PhysicalReview Letters

URL : <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.125.185701>

研究成果発表資料

[https://www.eng.osaka-u.ac.jp/wp-](https://www.eng.osaka-u.ac.jp/wp-content/uploads/2020/10/bd687d2301c944884b04907a28393c36.pdf)

[content/uploads/2020/10/bd687d2301c944884b04907a28393c36.pdf](https://www.eng.osaka-u.ac.jp/wp-content/uploads/2020/10/bd687d2301c944884b04907a28393c36.pdf)

編訳 JST 客観日本編集部